

Integrated Enterprise Balancing

- Beiträge zum integrierten, IT-unterstützten Ertrags- und Risikomanagement

Dissertation

der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät

der Universität Augsburg

zur Erlangung des Grades eines Doktors

der Wirtschaftswissenschaften

(Dr. rer. pol.)

vorgelegt

von

Dipl.-Wi.-Ing. Ulrich Faisst

Augsburg, Oktober 2005

Erstgutachter: Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl

Zweitgutachter: Prof. Dr. Günter Bamberg

Vorsitzender der mündlichen Prüfung: Prof. Dr. Manfred Steiner

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Beiträge

I. Einleitung

- I.1. Begriffsdefinitionen und -abgrenzungen*
- I.2. Theoretische Grundlagen*
- I.3. Zielsetzung und untersuchte Forschungsfragen*

II. Beitrag: „Integrated Enterprise Balancing mit integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken“

III. Beiträge zum integrierten Management operationeller Risiken

- III.1. Beitrag: „Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich“*
- III.2. Beitrag: „Ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in IT-unterstützten Bankprozessen“*
- III.3. Beitrag: „An Optimization Model for the Management of Security Risks in Banking Companies“*

IV. Beiträge zum unternehmensübergreifenden, integrierten Ertrags- und Risikomanagement am Beispiel von Corporate Venture Capital

- IV.1. Beitrag: „Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital - Eine Performance-Diagnose aus vier Management-Perspektiven“*
- IV.2. Beitrag: „Performance Measurement of Corporate Venture Capital - Balanced Scorecard in Theory and Practice“*
- IV.3. Beitrag: „Anreizkompatible Beteiligungsfinanzierung in Corporate Venture Capital-Kooperationen zwischen Investoren und Innovatoren“*

V. Fazit und Ausblick

- V.1. Fazit*
- V.2. Ausblick*

Anmerkung: Eine fortlaufende Seitennummerierung wird pro Kapitel bzw. pro Unterkapitel des jeweiligen Beitrags vorgenommen. Ein Literaturverzeichnis sowie die Anhänge werden jeweils am Ende eines jeden Beitrags aufgeführt.

Verzeichnis der Beiträge

In dieser Dissertation werden folgende veröffentlichte bzw. zur Veröffentlichung eingereichte Beiträge vorgestellt:

Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften

1. [Fais05] Faisst, U.: Integrated Enterprise Balancing mit integrierten Ertrags- und Risiko-datenbanken, erscheint in: Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 47, 6, 2005. (VHB-Ranking 7,7 P., Kategorie B)
2. [BBFH06] Bassen, A., Blasel, D., Faisst, U., Hagenmüller, M.: Performance Measurement of Corporate Venture Capital - Balanced Scorecard in Theory and Practice, erscheint in: International Journal of Technology Management, Special Issue on "E-Entrepreneurship", 33, 1, 2006. (VHB-Ranking 6,6 P., Kategorie C)
3. [FaFH02] Faisst, U., Franzke, E., Hagenmüller, M.: Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital - Eine Performance-Diagnose aus vier Management-Perspektiven, in: Finanz Betrieb, 4, 5, 2002, S. 340-345. (VHB-Ranking 5,6 P., Kategorie D)
4. [FaKo03] Faisst, U., Kovacs, M.: Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich, in: Die Bank, 43, 5, 2003, S. 342-349. (VHB-Ranking 3,4 P., Kategorie E)

Zur Begutachtung bei wissenschaftlichen Zeitschriften eingereichte Beiträge

5. [FaHä05] Faisst, U., Häckel, B.: Anreizkompatible Beteiligungsfinanzierung in Corporate Venture Capital-Kooperationen zwischen Investoren und Innovatoren, Discussion Paper WI-145, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, überarbeitete Fassung Oktober 2005, erneut zur Begutachtung eingereichter Beitrag bei der Zeitschrift DBW - Die Betriebswirtschaft. (VHB-Ranking 7,3 P., Kategorie B)

Bei begutachteten, wissenschaftlichen Konferenzen vorgestellte Beiträge

6. [Fais04] Faisst, U.: Ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in IT-unterstützten Bankprozessen, in: Banking and Information Technology (BIT) - Sonderheft zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2004 in Essen, 1, 2004, S. 35-50.
7. [FaPr05] Faisst, U., Prokein, O.: An Optimization Model for the Management of Security Risks in Banking Companies, in: Müller, G., Lin, K.-J. (Hrsg.): Proceedings der Seventh IEEE International Conference on E-Commerce Technology CEC 2005, München, 2005, S. 266-273.

I. Einleitung

Zur Entscheidungsunterstützung im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung sowie zur Erfüllung gesetzlicher bzw. regulatorischer Auflagen und Berichtspflichten (Melde- und Publizitätspflichten) benötigen Unternehmungen eine unternehmensweit konsistente, integrierte und mehrzweckfähige Datengrundlage mit korrespondierenden Ertrags- und Risikoinformationen.¹

In den vergangenen Jahren führte die Einführung neuer Berichts- und Meldepflichten an externe Stakeholder (z. B. Shareholder, Aufsichtsbehörden, Analysten) bei vielen Unternehmungen dazu, dass neue, isolierte Planungs- und Kontrollsysteme aufgebaut wurden. Dadurch entstanden häufig heterogene Systemlandschaften mit zahlreichen Silosystemen, d.h. Systeme, die nur für einen bestimmten betriebswirtschaftlichen Zweck dienen. Eine konsistente, mehrzweckfähige Datengrundlage für die verschiedenen Stakeholder kann in derartigen Systemlandschaften, wenn überhaupt, nur sehr aufwendig durch manuelle und halbautomatische Verfahren sichergestellt werden. Trotz vorhandener technischer Integrationsansätze, bspw. auf Basis von Datawarehouse- und OLAP-Lösungen², fehlen jedoch zum Aufbau integrierter, mehrzweckfähiger Planungs- und Kontrollsysteme geeignete fachliche Konzepte, insbesondere finanzwirtschaftliche Methoden und Kennzahlensysteme.

Vor diesem Hintergrund besteht die Vision von Integrated Enterprise Balancing darin, es Unternehmungen aus allen Branchen durch integrierte Ertrags- und Risikomanagementsysteme zu ermöglichen, ihre Geschäftstätigkeit in allen Unternehmensfunktionen konsistent nach einheitlichen **Risk-/Return-Kennzahlen** zu steuern und dabei **Regulatorische Nebenbedingungen** (wie z. B. für Banken: Mindesteigenkapitalunterlegung nach Basel II [BCBS03]) und **Reportingverpflichtungen** (wie z. B. für börsennotierte Unternehmungen in Deutschland nach dem KonTraG [SaBr99], bzw. in den USA nach dem Sarbanes-Oxley Act [SOA02]) zu berücksichtigen. Daher sind Informationen aus den Bereichen Risk, Return, Regulations, Reporting (4R) konsistent abzubilden, um eine einheitliche Steuerung und Reporting zu ermöglichen.

Im Rahmen dieser Dissertationsschrift werden erste vertiefende Schritte zur Operationalisierung der Vision von Integrated Enterprise Balancing unternommen und folgende, ausgewählte Themenbereiche untersucht:

- Um die fachlichen Grundlagen für den Aufbau integrierter, mehrzweckfähiger Ertrags- und Risikodatenbanken zu schaffen, wird ein gemeinsames Kennzahlensystem für die 4R-Bereiche benötigt. Dazu ist ein Lösungsansatz einer unternehmensweit konsistenten

¹ Darüber hinaus erscheint eine derartige Datengrundlage auch zur Unterstützung weiterer betriebswirtschaftlicher Zwecke, wie z. B. einer kontinuierlichen Performanceanalyse oder einer zielkonformen Incentivierung der Mitarbeiter, wünschenswert.

² Vgl. z. B. [CoCS93].

Datengrundlage zu schaffen, welche die Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträgen über beliebig viele Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen unterstützt.

- Zur Unterstützung eines unternehmensweit konsistenten Ertrags- und Risikomanagements im Sinne der oben skizzierten Vision von Integrated Enterprise Balancing ist darüber hinaus die Betrachtung der einzelnen Risikoarten (z. B. Kreditrisiken, Marktpreisrisiken, operationelle Risiken) relevant. Dabei ist die Bedeutung operationeller Risiken als Risikoart aufgrund der wachsenden Automatisierung von Prozessen, dem verstärkten Outsourcing von Prozessen sowie durch die Zunahme externer Bedrohungen (u. a. Naturkatastrophen oder terroristische Anschläge) in jüngster Zeit stark angewachsen. Häufig sind operationelle Risiken seltene Ereignisse mit großem Ausmaß und bedürfen daher spezieller Quantifizierungsmethoden und Steuerungsmodelle. Um aus der Vielzahl der bereits entwickelten Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken die für einen bestimmten Einsatzbereich geeignete Methode auszuwählen, benötigen Unternehmungen entsprechende Empfehlungen. Zudem mangelt es an einem Steuerungsmodell, das Unternehmungen bei Entscheidungen über Investitionen in Sicherheitsmaßnahmen und in Risikotransferinstrumente, wie insbesondere Versicherungen, unter Berücksichtigung von Budgets und Risikolimits, unterstützt.
- In der Unternehmensfunktion Forschung & Entwicklung bieten sich Unternehmungen durch den Einsatz von Corporate Venture Capital, d.h. durch die Gründungs- und Wachstumsfinanzierung von jungen Unternehmungen (Ventures), langfristige Ertragschancen bei hohem Risiko. Corporate Venture Capital-Investitionen sind sowohl mit finanziellen Zielen - in einer integrierten Sicht auf Ertrag und Risiko der Investitionen - als auch mit strategischen Zielen - wie dem Zugang zu neuen Technologien - verbunden. Zur Zielkontrolle der finanziellen Ziele sowie der strategischen Ziele werden speziell angepasste Ansätze zur Performance-Messung benötigt, um die Voraussetzungen für ein integriertes Ertrags- und Risikomanagement für diese Art von Forschungs- & Entwicklungs-Investitionen zu schaffen. Der Erfolg von Corporate Venture Capital-Investitionen hängt insbesondere häufig vom hohen Einsatzniveau der Akteure ab. Offen ist dabei die Frage der Festlegung anreizkompatibler Beteiligungsquoten, insbesondere bei Informationsasymmetrie bezüglich des Disnutzens des jeweils anderen Akteurs.

Darüber hinaus stellen sich zur Operationalisierung der Vision von Integrated Enterprise Balancing noch zahlreiche weitere Forschungsfragen, die am Ende der einzelnen Beiträge sowie im Ausblick dieser Dissertationsschrift dargestellt werden.

Bevor die Zielsetzungen und Forschungsfragen formuliert werden, stellen die folgenden Abschnitte zunächst die begrifflichen und theoretischen Grundlagen vor.

I.1. Begriffsdefinitionen und -abgrenzungen

Der folgende Abschnitt formuliert das für diese Arbeit grundlegende Begriffsverständnis einer wertorientierten Unternehmensführung, eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements sowie einer Bewertung unsicherer Zahlungsströme durch Ertrags- und Risikogrößen.³

Wertorientierte Unternehmensführung und integriertes Ertrags- und Risikomanagement

Die wertorientierte Unternehmensführung, im angloamerikanischen Sprachraum „Value Based Management“ genannt, konzentriert sich auf die Steigerung des (risikoadjustierten) Unternehmenswerts am Kapitalmarkt. Ein Unternehmen soll den Shareholdern einen möglichst großen Nutzen bieten, in dem es den (risikoadjustierten) Unternehmenswert maximiert (vgl. z. B. [BaJe99], [CoSa03]).

Ein integriertes Ertrags- und Risikomanagement soll die Zielsetzung der wertorientierten Unternehmensführung unterstützen und somit zur Steigerung des Unternehmenswerts beitragen. Einem integrierten Ertrags- und Risikomanagement ist daher ein betriebswirtschaftliches Zielsystem zugrunde zu legen, welches eine Zielfunktion zur Maximierung des Unternehmenswerts besitzt. Zusätzlich sind in einem solchen Zielsystem sowohl „harte“ Nebenbedingungen, wie u. a. Limitationen der Risikotragfähigkeit der Unternehmung oder regulatorische Auflagen, als auch „weiche“ Nebenbedingungen, wie u. a. die Erwartungen von Shareholdern und Analysten, zu berücksichtigen (vgl. Kapitel II).

Bewertung unsicherer Zahlungsströme durch Ertrags- und Risikogrößen zum Aufbau eines 4R-Kennzahlensystems

Zur Unterstützung einer wertorientierten Unternehmensführung benötigen Unternehmungen Informationen über die Ertrags- und Risikobeiträge ihrer Teilbereiche zur Gesamtunternehmung. Im Sinne der Vision von Integrated Enterprise Balancing sollen die dazu notwendigen Informationen aus den 4R-Bereichen (Risk, Return, Regulations, Reporting) in einem gemeinsamen 4R-Kennzahlensystem abgebildet werden. Ein solches 4R-Kennzahlensystem gründet sich auf der Bewertung unsicherer Zahlungsströme durch Ertrags- und Risikogrößen. Für eine marktgerechte Bewertung sind unsichere Zahlungsströme und deren Barwerte aus folgenden Gründen besser geeignet als andere Rechengrößen (siehe auch Kapitel II, Abschnitt 2):

- Am Kapitalmarkt werden durch Investoren Marktwerte für unsichere Zahlungsströme insbesondere anhand der Barwerte unsicherer Zahlungsströme und deren Schwankungen festgesetzt. Unsichere Zahlungsströme erscheinen daher als eine objektive Grundlage für Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit geeignet (vgl. [FrHa03]).

³ Weitere spezifische Begriffsdefinitionen werden in den folgenden Kapiteln vorgenommen.

- Neben Zahlungsströmen werden in Unternehmungen auch die buchhalterische Rechnungslegung sowie die Kosten- und Leistungsrechnung betrachtet. Letztere zeigen sich jedoch aufgrund der mit ihnen verbundenen (subjektiven) Bewertungen als Grundlage einer wertorientierten Unternehmensführung weitaus weniger geeignet als unsichere Zahlungsströme.
- Durch die im Zeitablauf zunehmende Kongruenz der internen und externen Rechnungslegung wird die Bedeutung von Zahlungsströmen zusätzlich gesteigert: So sehen u. a. die Bewertungsansätze nach IFRS/IAS [IASB04] eine marktgerechte Bewertung der Investitionen einer Unternehmung auf Basis von Zahlungsströmen vor.

Daher werden in den weiteren Beiträgen dieser Dissertationsschrift Zahlungsströme bzw. Barwerte von Zahlungsströmen sowie deren Schwankungen in den Fokus der Betrachtungen zum Aufbau eines 4R-Kennzahlensystems gestellt.

Zur Bewertung der unsicheren Zahlungsströme sollen Ertrags- bzw. Risikogrößen dienen und wie folgt begrifflich aufgefasst werden:

- Der Begriff Ertragsgröße wird als Erwartungswert des unsicheren Barwerts eines Zahlungsstroms definiert.
- Die entsprechende Risikogröße soll die Schwankungen des betrachteten, unsicheren Barwerts bewerten.

Anmerkung: Der Begriff Ertragsgröße wird in der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre häufig als rein buchhalterische Größe verstanden (vgl. [Coen97]), jedoch im Kontext dieser Arbeit aufgrund der hohen Verbreitung des Begriffs integriertes Ertrags- und Risikomanagements als Erwartungswert des unsicheren Barwerts eines Zahlungsstroms definiert. Alternativ müsste man anstelle eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements von einem Management der unsicheren Barwerte von Zahlungsströmen und deren Schwankungen sprechen, was sicherlich präziser, aber dafür weniger leicht verständlich für den Leser wäre.

I.2. Theoretische Grundlagen

Aufgrund des interdisziplinären Ansatzes der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Forschungsfragen bestehen vielfältige, theoretische Grundlagen aus unterschiedlichen Bereichen. Im Folgenden kann daher nur der Stand der Forschung zu *ausgewählten*, verwandten Themenbereichen der Betriebswirtschaftslehre, insbesondere integriertes Ertrags- und Risikomanagement, sowie der Wirtschaftsinformatik, insbesondere integrierte Planungs- und Kontrollsysteme, kurz vorgestellt werden. Diskutiert werden darüber hinaus die Limitationen bisheriger Methoden.

Betriebswirtschaftslehre

Theoretische Grundlagen⁴ eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements bilden u. a.:

- die klassische Entscheidungstheorie, insbesondere Erwartungsnutzentheorie (Bernoulli-Prinzip)⁵,
- die Portfolio-⁶ und Kapitalmarkttheorie⁷ sowie
- die Finanzierungs- und Investitionstheorie unter Unsicherheit.⁸

Diese Theorien betrachten unter Zugrundelegung von - über die Jahre weiterentwickelter - theoretischer Annahmengerüste Entscheider (Investoren) in Situationen unter Unsicherheit und bilden hinsichtlich der finanzwirtschaftlichen Anforderungen und Lösungsansätze das theoretische Fundament der im weiteren vorgestellten Beiträge.

Über diese Theorien hinaus wurden zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement im Laufe der Zeit eine Vielzahl von finanzwirtschaftlichen Methoden, Konzepten und Kennzahlensystemen entwickelt. In der Finanzdienstleistungsbranche, aber auch in der betrieblichen Finanzwirtschaft haben sich insbesondere Kennzahlenkonzepte wie risikobereinigte Rentabilitätskennzahlen (RAPM: Risk Adjusted Performance Measures)⁹ und Residualgewinnkonzepte (z. B. EVA¹⁰: Economic Value Added) etabliert und besitzen aufgrund ihrer einfachen Anwendbarkeit eine große Verbreitung in der Praxis.¹¹

Der Aufbau von konsistenten, integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken (bzw. entsprechenden Datawarehouses) ist mit diesen Konzepten aber i. d. R. nicht möglich. So werden Diversifikationseffekte bei der Risikoadjustierung der Ertragsgrößen auf niedrigeren Aggregationsstufen, wie z. B. auf der Ebene der Einzelgeschäfte, nicht betrachtet. Erst nach der Aggregation zu Kennzahlen auf höheren Aggregationsstufen, wie der Ebene der Geschäftsbereiche oder der Unternehmung, werden Diversifikationseffekte berücksichtigt. So ist eine konsistente Aggregation der Risikogrößen über beliebig viele Aggregationsstufen unter Berücksichtigung der Diversifikationseffekte sowie eine konsistente Messung der Risikobeiträge

⁴ Auf eine ausführliche Darstellung dieser bekannten Theorien soll an dieser Stelle verzichtet werden.

⁵ Vgl. [Bern38], [vNeM47], [BaCo04]. Risk-Value-Modelle verallgemeinern in jüngster Zeit die Erwartungsnutzentheorie; vgl. [SaWe93], [JiDy96].

⁶ Vgl. insbesondere [Mark52], [Mark59] sowie für einen Überblick über die Portfoliotheorie vgl. z. B. [Gerk01], [StBr02].

⁷ Vgl. insbesondere [Shar64] zum Capital Asset Pricing Model sowie insbesondere [Ross76] zur Arbitrage Pricing Theorie.

⁸ Vgl. z. B. [Krus04], [PeSt04].

⁹ Vgl. z. B. [BaKu00], [Will01].

¹⁰ Vgl. z. B. [Host96].

¹¹ Oftmals werden betriebswirtschaftliche Entscheidungen in der Praxis jedoch auch nur allein auf Basis von Ertragsinformationen bzw. nur auf Basis von Risikoinformationen gefällt.

nicht möglich und verhindert daher den Aufbau einer bottom-up aggregationsfähigen Datenbank für Risikobeiträge. Ebenso ist eine konsistente Betrachtung aus unterschiedlichen Dimensionen (wie Produktgruppen, Kundengruppen, Regionen) und somit die Unterstützung von OLAP-Anfragen nicht möglich. Mit den bislang in der Praxis sehr verbreiteten finanzwirtschaftlichen Kennzahlensystemen zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement ist daher der Aufbau einer konsistenten Datengrundlage nicht möglich.¹²

Über diese Mängel bisheriger Konzepte zum Ertrags- und Risikomanagement hinaus fehlt eine grundlegende Analyse der Anforderungen an Kennzahlensysteme zum Ertrags- und Risikomanagement. Außerdem ist eine axiomatische Formalisierung der Eigenschaften derartiger Kennzahlensysteme bisher nicht vorhanden. Zwar liegen vielfältige Axiomensysteme¹³ für Risikomaße¹⁴ vor: So definiert z. B. das Axiomensystem von Artzner et al. (vgl. [ADEH97], [ADEH99], [Delb00]) - als das bekannteste Axiomensystem für Risikomaße - die Eigenschaften ‚kohärenter Risikomaße‘. Ein Axiomensystem für Kennzahlensysteme aus Ertrags- und Risikogrößen wurde jedoch bislang noch nicht aufgestellt.

Der Aufbau von konsistenten Ertrags- und Risikodatenbanken wird wesentlich erleichtert, wenn im Rahmen eines Kennzahlensystems mit Ertrags- und Risikoinformationen wertadditive Größen eingesetzt werden. Die Eigenschaft der Wertadditivität der Größen ermöglicht die analytische bottom-up Aggregation insbesondere von Risikogrößen, für die sonst weitaus aufwendigere Simulationsverfahren anzuwenden wären. Dies bildet eine mögliche fachliche Grundlage zur Schaffung einer konsistenten Datengrundlage mit einheitlichen Ertrags- und Risikoinformationen.¹⁵

Um ein integriertes Ertrags- und Risikomanagement unternehmensweit zu ermöglichen, bedarf es jedoch neben einer betriebswirtschaftlich fundierten Methodik einer durchgängigen Abbildung in Organisationen und Prozessen sowie in Informations- und Kommunikationssystemen, unter Berücksichtigung der bestehenden Limitationen. Der nächste Abschnitt gibt daher einen Kurzüberblick über den Stand der Forschung zu integrierten Planungs- und Kontrollsystemen.

¹² Vgl. bzgl. Mängel bisheriger Konzepte [Fais05].

¹³ Für eine Übersicht über den State-of-the-art der Axiomatik von Risikogrößen und verwandten Fragestellungen vgl. z. B. [Albr04].

¹⁴ Für eine Übersicht über die historische Entwicklung von Risikomaßen siehe z. B. [Szeg02].

¹⁵ Vgl. weitere Ausführungen in [Fais05] vorgestellt in Kapitel II.

Wirtschaftsinformatik

Die Forschung im Bereich Wirtschaftsinformatik hat in den vergangenen Jahren vielfältige Ansätze zur technischen Integration¹⁶, wie z. B. zur Daten-, Prozess-, Methoden- und Anwendungsintegration, entwickelt und erfolgreich umgesetzt. So sind bspw. die technischen Voraussetzungen zum Aufbau einer konsistenten Datengrundlage durch entsprechende Datawarehouse- und OLAP-Lösungen bereits gegeben.¹⁷ Häufig stehen Unternehmungen jedoch vor dem Problem, dass die fachliche Grundlage ihrer Anwendungssysteme zahlreiche methodische Brüche aufweist: Bspw. werden oftmals in Administrations- und Dispositionssystemen sowie in Planungs- und Kontrollsystemen unterschiedliche Kennzahlensysteme eingesetzt, wodurch eine Integration der entsprechenden Systeme erschwert bzw. vollständig verhindert wird. Der Aufbau eines Datawarehouses für integrierte Ertrags- und Risikogrößen scheitert bislang in der Regel am Mangel adäquater finanzwirtschaftlicher Methoden und Kennzahlensysteme sowie der fehlenden Definition von sicherzustellenden Konsistenzanforderungen.¹⁸

Generell lässt sich dazu festhalten, dass die bisherige Forschung in der Betriebswirtschaftslehre und der Wirtschaftsinformatik zwar für die einzelnen Teilbereiche vielfältige Methoden und Konzepte entwickelt hat, jedoch interdisziplinäre Methoden und Konzepte noch weitgehend fehlen.

Interdisziplinäre Forschung zum Thema ‚integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement‘

Die bisherige interdisziplinäre Forschung im Themenbereich integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement beschränkt sich eher auf praxisnahe Beiträge und dabei insbesondere auf die Klassifikation von regulatorischen Anforderungen sowie die Beschreibung der Entwicklung konkreter Systeme (wie z. B. [Goeb04], [Meye00], [PiKK04], [Zipf04]). Interdisziplinäre Grundlagenforschung zum Thema Informationsarchitekturen wurde bislang im Themenbereich integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement noch wenig durchgeführt. Entsprechend sind begutachtete Artikel dazu in Fachzeitschriften bislang nicht anzutreffen.

¹⁶ Vgl. [Mert04].

¹⁷ Vgl. z. B. [CoCS93].

¹⁸ Siehe vorheriger Abschnitt und vgl. Kapitel II.

I.3. Zielsetzung und untersuchte Forschungsfragen

Ziel der in dieser Dissertationsschrift vorgestellten Beiträge ist die Operationalisierung der Vision eines Integrated Enterprise Balancing in ausgewählten Themenbereichen. Abbildung I-1 strukturiert die dabei verfolgten Ziele.

I. Einleitung - Integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel I.1: Formulierung der begrifflichen Grundlagen ▪ Ziel I.2: Diskussion der theoretischen Grundlagen
II. Beitrag: „Integrated Enterprise Balancing mit integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken“ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel II.1: Entwicklung der Vision eines Integrated Enterprise Balancing als ein integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement nach einheitlichen Ertrags- und Risikogrößen ▪ Ziel II.2: Definition der finanzwirtschaftlichen Anforderungen an ein 4R-Kennzahlensystem ▪ Ziel II.3: Entwicklung eines ersten grundlegenden Lösungsansatzes eines 4R-Kennzahlensystems als Grundlage zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken
III. Beiträge zum integrierten Management operationeller Risiken <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel III.1: Evaluation der Quantifizierungsmethoden für operationelle Risiken anhand eines Anforderungskatalogs und Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für deren Einsatz ▪ Ziel III.2: Abbildung des Trade-offs zwischen prozessbezogenen Auszahlungen für Sicherheit einerseits und Auszahlungen durch erwartete Schäden sowie Opportunitätskosten durch Eigenkapitalunterlegung andererseits in einem finanzwirtschaftlichen Modell ▪ Ziel III.3: Modellerweiterung um die Betrachtung von Investitionen in (technische) Sicherheitsmaßnahmen gegenüber Investitionen in (finanzielle) Risikotransfermaßnahmen
IV. Beiträge zum unternehmensübergreifenden, integrierten Ertrags- und Risikomanagement am Beispiel von Corporate Venture Capital <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel IV.1: Anforderungen und Gestaltungsempfehlungen einer Balanced Scorecard zur Performance-Messung von Corporate Venture Capital ▪ Ziel IV.2: Illustration der Evolution einer Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital im praktischen Einsatz bei Siemens Venture Capital ▪ Ziel IV.3: Analyse der Anreizbedingungen für beidseitig hohe Einsatzniveaus in Corporate Venture Capital-Kooperationen zwischen Investoren und Innovatoren
V. Fazit und Ausblick <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziel V: Zusammenführung der Ergebnisse, Formulierung weiterer Forschungsfragen

Abbildung I-1: Struktur der Dissertationsschrift

Zur Verfolgung dieser Ziele werden in den zentralen Kapiteln II, III und IV folgende Forschungsfragen untersucht:

▪ *Kapitel II: Beitrag: „Integrated Enterprise Balancing mit integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken“*

Dieser Beitrag formuliert Anforderungen an ein 4R-Kennzahlensystem und stellt einen ersten Lösungsansatz zur Schaffung einer unternehmensweit konsistenten Datengrundlage zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken vor. Dabei stehen u. a. folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt:

- Wie kann eine Vision eines integrierten, IT-unterstützten Ertrags- und Risikomanagements entwickelt werden? Welche finanzwirtschaftlichen Anforderungen sind an ein 4R-Kennzahlensystem zu stellen und welche Lösungsansätze bestehen?
- Wie kann ein 4R-Kennzahlensystem eine wertadditive Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträgen jeweils über beliebig viele Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen ermöglichen? Welche Konsistenzanforderungen sind an die finanzwirtschaftlichen Größen und Parameter beim Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken zu stellen?
- Welche Herausforderungen bestehen für die Wirtschaftsinformatik beim Aufbau integrierter Planungs- und Kontrollsysteme zum Ertrags- und Risikomanagement?

▪ *Kapitel III: Beiträge zum integrierten Management operationeller Risiken*

Als spezielle Risikoart betrachtet Kapitel III operationelle Risiken und stellt insgesamt drei Beiträge zur Quantifizierung und Steuerung als zentrale Bestandteile eines integrierten Managements operationeller Risiken vor:

Betrachtet werden dazu u. a. die folgenden Forschungsfragen:

- Welche Anforderungen sind an Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken zu stellen? Mit Hilfe welcher Methoden können operationelle Risiken quantifiziert werden? Welche Empfehlungen lassen sich für den Einsatz der Methoden in unterschiedlichen Bereichen ableiten?
- Wie kann - zur Unterstützung von Entscheidungen zur Steuerung operationeller Risiken - der Trade-off zwischen prozessbezogenen Auszahlungen für Sicherheit einerseits und Auszahlungen durch erwartete Schäden sowie Opportunitätskosten durch Eigenkapitalunterlegung andererseits in einem finanzwirtschaftlichen Modell abgebildet werden? Welche optimalen Lösungen ergeben sich für unter-

schiedliche Optimierungskalküle? Wie können zusätzlich Nebenbedingungen durch Budgets und Risikolimits berücksichtigt werden?

- Wie kann das Modell um die gesonderte Berücksichtigung der Investitionen in ex-ante Sicherheitsmaßnahmen sowie in ex-post Risikotransferinstrumente erweitert werden?

- *Kapitel IV: Beiträge zum unternehmensübergreifenden, integrierten Ertrags- und Risikomanagement am Beispiel von Corporate Venture Capital*

Kapitel IV stellt insgesamt drei Beiträge zum Ertrags- und Risikomanagement im Bereich Forschung & Entwicklung vor. Der erste sowie der zweite Beitrag widmen sich der Performance-Messung von Corporate Venture Capital mit Hilfe einer Balanced Scorecard und analysieren allgemein sowie anhand des Fallbeispiels Siemens Venture Capital die folgenden Forschungsfragen:

- Welche Anforderungen sind an eine Performance-Messung von Corporate Venture Capital zu stellen?
- Welche praktischen Gestaltungsempfehlungen ergeben sich für die Auswahl der zu betrachtenden Management-Dimensionen und der dabei abzubildenden Kennzahlen zur Performance-Messung?

In einem dritten Beitrag wird untersucht, welche Anreizbedingungen in CVC-Kooperationen für Innovator und Corporate Investor gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit beide Akteure einen Anreiz haben, ihren spezifischen Beitrag für das Venture zu leisten. Dazu werden insbesondere folgende Forschungsfragen betrachtet:

- Können durch die geeignete Wahl der Beteiligungsquote für beide Akteure Anreize zur Erbringung hohen Einsatzniveaus geschaffen werden? Auf welche Beteiligungsquote werden sich die beiden Akteure innerhalb des Verhandlungsprozesses einigen?
- Welche Auswirkungen haben Informationsasymmetrien bezüglich des jeweils aus hohem Einsatzniveau resultierenden Disnutzens? Wie kann dabei das einseitige bzw. beidseitige Antizipationsverhalten falscher Angaben berücksichtigt werden?

Zum Abschluss wird in Kapitel V ein Fazit der Ergebnisse gezogen sowie ein Ausblick auf weitergehende Forschungsfragen gegeben.

Literaturverzeichnis (Kapitel I)

- [Albr04] Albrecht, P.: Zur Messung von Finanzrisiken, Mannheimer Manuskripte zu Risikotheorie, Portfolio Management und Versicherungswirtschaft, 143, erweiterte deutsche Version eines Beitrags für Encyclopedia of Actuarial Science, John Wiley & Sons., Chichester, 2004.
- [ADEH97] Artzner, P./Delbaen, F./Eber, J.-M./Heath, D.: Thinking coherently, in: Risk 10, 1997, S. 33-49.
- [ADEH99] Artzner, P./Delbaen, F./Eber, J.-M./Heath, D.: Coherent Measures of Risk, in: Mathematical Finance, 9, 1999, S. 203-228.
- [BaCo04] Bamberg, G./Coenenberg, A. G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 12. Auflage, Verlag Vahlen, München, 2004.
- [BaJe99] Baetge, J./Jerschinsky, A.: Frühwarnsysteme als Instrumente eines effizienten Risikomanagement und -Controlling, in: Controlling, 11 (4/5), 1999, S.171-176.
- [Bern38] Bernoulli, D.: Specimen theoriae novae de mensura sortis. Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, 5 (1738), S.175-192. Deutsche Übersetzung von Pringsheim, A.: Die Grundlagen moderner Wertlehre: Daniel Bernoulli, Versuch einer neuen Theorie der Wertbestimmung von Glücksfällen, Leipzig, 1896.
- [CoCS93] Codd, E. F./Codd, S. B./Salley, C. T.: Providing OLAP to User Analysts: An IT Mandate, Codd & Date, Inc., 1993.
- [Coen97] Coenenberg, A. G.: Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse: Grundfragen der Bilanzierung nach betriebswirtschaftlichen, steuerrechtlichen und internationalen Grundsätzen, Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech, 1997.
- [CoSa03] Coenenberg, A. G./Salfeld, R.: Wertorientierte Unternehmensführung, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2003.
- [Delb00] Delbaen, F.: Coherent risk measures on general probability spaces, Preprint, ETH Zurich, 2000.
- [FrHa03] Franke, G./Hax, H.: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 5. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2003.
- [Ger01] Gerke, W.: Stichwort „Portfolio Theorie“, in: Gerke, W., Steiner, M. (Hrsg.): Handwörterbuch des Bank- und Finanzwesens, Schäffer-Poeschel-Verlag, Stuttgart, 3. Auflage, 2001, S.1694-1707.
- [Goeb04] Goebel, R.: IT zur Umsetzung von Basel II: Kreditrisiken, in: Moormann, J./Fischer, T. (Hrsg.): Handbuch Informationstechnologie in Banken, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2004, S. 523-541.
- [IASB04] International Accounting Standards Board: International Financial Reporting Standards, abgerufen unter <http://www.iasb.org/standards/> am 02.08.2005.

- [JiDy96] Jia, J./Dyer, J. S.: A standard measure of risk and risk-value models, in: Management Science, 42(12), 1996, S. 1691-1705.
- [Krus04] Kruschwitz, L.: Finanzierung und Investition, 4. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München, 2004.
- [Mark52] Markowitz, H. M.: Portfolio selection, in: The Journal of Finance, 7(1), 1952, S. 77-91.
- [Mark59] Markowitz, H. M. Portfolio selection: efficient diversification of investments, John Wiley & Sons., New York, 1959.
- [Mert04] Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1 - Operative Systeme in der Industrie, 14. Auflage, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2004.
- [Meye00] Meyer zu Selhausen, H.: Bank-Informationssysteme - Eine Bankbetriebswirtschaftlehre mit IT-Schwerpunkt, Schäffer-Poeschel-Verlag, Stuttgart, 2000.
- [PeSt04] Perridon, L./Steiner, M.: Finanzwirtschaft der Unternehmung, 12. Auflage, Verlag Vahlen, München, 2004.
- [PiKK04] Pillen, G./Kasprowicz, T.J./Knappstein, M.: IT zur Umsetzung von Basel II: Operationelle Risiken, in: Moormann, J./Fischer, T.: Handbuch Informationstechnologie in Banken, Gabler-Verlag, Stuttgart, 2004, S. 561-576.
- [Ross76] Ross, S. A.: The arbitrage theory of capital asset pricing, in: Journal of Economic Theory, 13, 1976, S. 341-360.
- [SaWe93] Sarin, R. K./Weber, M.: Risk-value models, in: European Journal of Operational Research, Vol. 70, Issue 2, 1993, S. 135-149.
- [Shar64] Sharpe, W. F.: Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, in: The Journal of Finance, 19(3), 1964, S. 425-442.
- [StBr02] Steiner, M./Bruns, C.: Wertpapiermanagement, 8. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2002.
- [Szeg02] Szegö, G.: Measures of Risk, in: Journal of Banking and Finance, 26, 2002, S. 1253-1272.
- [vNeM47] von Neumann, J./Morgenstern, O.: Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1947.
- [Zipf04] Zipf, R.: IT zur Umsetzung von Basel II: Marktpreisrisiken, in: Moormann, J./Fischer, T. (Hrsg.): Handbuch Informationstechnologie in Banken, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 2004, S. 543-560.

II. Beitrag: „Integrated Enterprise Balancing mit integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken“

Autor: Ulrich Faisst
unter Mitwirkung von Prof. Dr. Hans Ulrich Buhl,
beide Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Erscheint in: Zeitschrift Wirtschaftsinformatik, 47, 6, 2005.

Zusammenfassung:

Zur Unterstützung einer wertorientierten Unternehmensführung sowie zur Erfüllung regulatorischer Transparenzanforderungen und gesetzlicher Publizitätsverpflichtungen benötigen Unternehmen eine unternehmensweit konsistente Datengrundlage mit Ertrags- und Risikoinformationen. Trotz vorhandener technischer Integrationsansätze, bspw. auf Basis von Datawarehouse- und OLAP-Lösungen, fehlen jedoch zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken geeignete finanzwirtschaftliche Methoden und Kennzahlensysteme.

Integrated Enterprise Balancing soll daher Unternehmen aus allen Branchen in die Lage versetzen, ihre Geschäftstätigkeit mit unternehmensweit einheitlichen Ertrags- und Risikogrößen zu steuern. Das vorgestellte Kennzahlensystem ermöglicht Unternehmen, Ertrags- und Risikogrößen auf beliebig vielen Aggregationsstufen wertadditiv zu verknüpfen sowie derartige Aggregationen auch für mehrere Dimensionen durchzuführen. Es stellt somit einen Lösungsansatz zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken dar.

Stichworte: Integriertes, IT-unterstütztes Ertrags- und Risikomanagement, wertorientierte Unternehmensführung, Konsistenzanforderungen an Ertrags- und Risikodatenbanken

1. Einleitung

Unternehmungen sehen sich einer Ausgangslage gegenüber, in der eine unternehmensweit konsistente Betrachtung von Ertrags- und Risikogrößen zur Unterstützung einer wertorientierten Unternehmensführung und zur Erfüllung regulatorischer Transparenzanforderungen und gesetzlicher Publizitätsverpflichtungen (z. B. für börsennotierte Unternehmungen in Deutschland nach dem KonTraG [SaBr99] bzw. in den USA nach dem Sarbanes-Oxley Act [SOA02]) immer wichtiger wird. Dazu ist eine Gesamtbetrachtung der Ertrags- und Risikoposition der Unternehmung nicht ausreichend. Eine Unternehmung muss auch in der Lage sein, die Ertrags- und Risikobeiträge ihrer Teilbereiche auf unterschiedlichen Aggregationsstufen in unterschiedlichen Dimensionen (z. B. Kunden-, Produktgruppen) bis hin zum Einzelgeschäft zu messen und unterschiedliche interne Entscheidungsträger (z. B. Vorstände, Bereichsleiter) sowie externe Stakeholder (z. B. Shareholder, Aufsichtsbehörden) konsistent mit zielgruppengerechten Ertrags- und Risikoinformationen zu versorgen.

Zum Aufbau einer entsprechenden Datengrundlage fehlt es jedoch an geeigneten finanzwirtschaftlichen Methoden und Kennzahlensystemen. Speziell die durchgängige Modellierung einheitlicher Risikogrößen, mit denen eine konsistente Aggregation über mehrere Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen möglich ist, bereitet den Unternehmungen Schwierigkeiten. Darüber hinaus besitzen Unternehmungen zumeist historisch gewachsene, heterogene Systemlandschaften mit zweckspezifischen „Silosystemen“, in welchen Ertrags- und Risikoinformationen verteilt und nicht integriert vorliegen. Die Unterstützung der Planungs- und Kontrollprozesse erfolgt häufig mit Spreadsheet-basierten „Schattensystemen“ (bspw. MS Excel). So nutzen nach einer Umfrage [IBM03] unter weltweit ca. 450 Finanzvorständen 81% der Finanzbereiche weltweit agierender Unternehmungen Spreadsheets zur Unterstützung der internen Planungs- und Kontrollprozesse.

Zwar wurden vielfältige Ansätze zur technischen Integration (vgl. [Mert04]), wie zur Daten-, Prozess-, Methoden- und Anwendungsintegration, entwickelt und erfolgreich umgesetzt. So sind bspw. die technischen Voraussetzungen zum Aufbau einer konsistenten Datengrundlage durch entsprechende Datawarehouse- und OLAP-Lösungen bereits gegeben. Zudem hat die SAP AG bereits ein mehrzweckfähiges Datenmodell zur gemeinsamen Unterstützung der neuen IFRS- und Basel-II-Anforderungen entwickelt. Dennoch fehlen bislang adäquate finanzwirtschaftliche Methoden und Kennzahlensysteme zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken, die eine unternehmensweit konsistente Informationsversorgung mit Ertrags- und Risikoinformationen ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund besteht die Vision von Integrated Enterprise Balancing darin, es Unternehmungen aus allen Branchen durch integrierte Ertrags- und Risikomanagementsysteme zu ermöglichen, ihre Geschäftstätigkeit in allen Unternehmensfunktionen konsistent nach einheitlichen Ertrags- und Risikogrößen zu steuern (Abbildung II-1). Um optimale Entscheidungen bei Zugrundelegung einer Zielfunktion der wertorientierten Unternehmensführung treffen zu können, sollen sowohl regulatorische Nebenbedingungen als auch Reportinganforderungen an unterschiedliche Stakeholder berücksichtigt werden. Eine gemeinsame Da-

tengrundlage soll dazu Informationen aus den Bereichen **Return**, **Risk**, **Regulations** und **Reporting** (4R) konsistent abbilden.

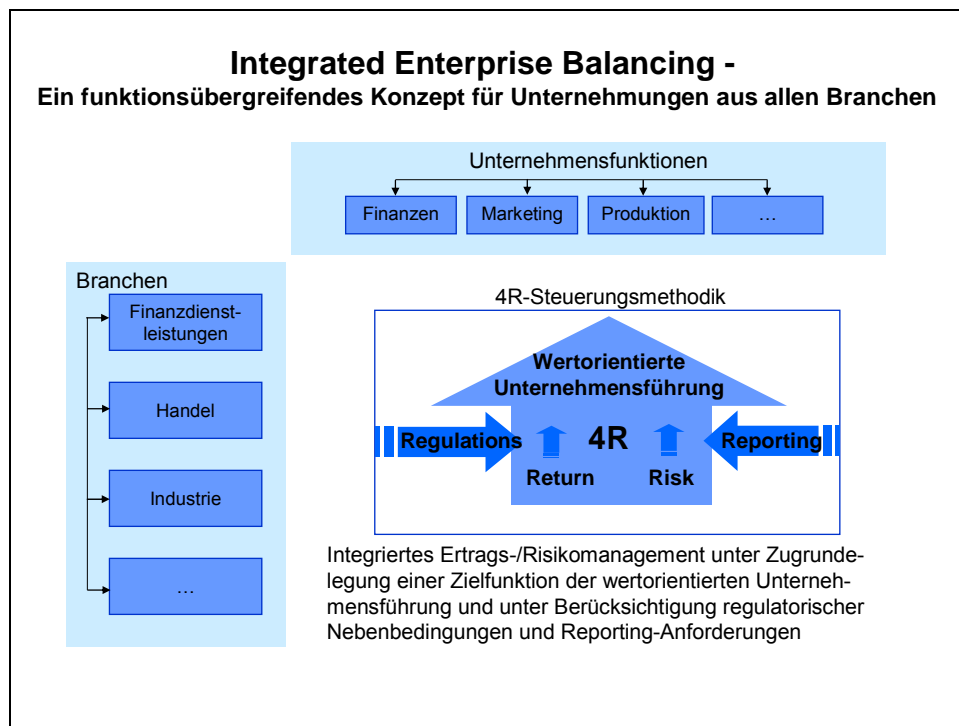


Abbildung II-1: Integrated Enterprise Balancing

Dieser Beitrag formuliert Anforderungen an ein 4R-Kennzahlensystem und stellt einen ersten Lösungsansatz zur Schaffung einer unternehmensweit konsistenten Datengrundlage zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken vor. Auf Basis eines kurzen Überblicks über den State-of-the-Art der finanzwirtschaftlichen Konzepte zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement werden folgende Forschungsfragen untersucht:

1. Welche Anforderungen sind an ein 4R-Kennzahlensystem zu stellen? Welche finanzwirtschaftlichen Lösungsansätze gibt es zum Aufbau einer unternehmensweit konsistenten Datengrundlage?
2. Wie kann ein 4R-Kennzahlensystem eine wertadditive Aggregation jeweils von Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträgen über beliebig viele Aggregationsstufen ermöglichen? Wie kann eine solche Aggregation jeweils in mehreren Dimensionen erfolgen?
3. Welche Konsistenzanforderungen sind an die finanzwirtschaftlichen Größen und Parameter zu stellen, um den Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken zu unterstützen?

Diese Forschungsfragen werden in den folgenden Abschnitten beantwortet und auf dieser Basis ein Ausblick auf Herausforderungen für die Wirtschaftsinformatik in diesem Bereich gegeben.

2. Finanzwirtschaftliche Methoden zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement

Zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement wurden im Laufe der Zeit eine Vielzahl von finanzwirtschaftlichen Methoden, Konzepten und Kennzahlensystemen entwickelt. Speziell in der Finanzdienstleistungsbranche, aber auch in der betrieblichen Finanzwirtschaft haben sich Kennzahlenkonzepte wie risikobereinigte Rentabilitätskennzahlen (RAPM: Risk Adjusted Performance Measures) und Residualgewinnkonzepte (z. B. EVA: Economic Value Added) etabliert: Bei RAPM besteht die grundsätzliche Vorgehensweise in der Risikoadjustierung einer erwarteten Rendite um das zur Unterlegung eines risikobehafteten Geschäfts eingesetzte Risikokapital mittels Quotientenbildung (vgl. [BaKu00]). RAPM können entweder im Zähler oder im Nenner oder in Zähler und Nenner risikobereinigt sein:
$$\text{RAPM} = (\text{risk - adjusted}) \text{ Return} / (\text{risk - adjusted}) \text{ Capital}.$$
 Alternativ dazu basieren Residualgewinnkonzepte, wie EVA, auf der Messung des absoluten Wertzuwachses abzüglich der Kapitalkosten (vgl. [Host96]).

Aufgrund ihrer einfachen Anwendbarkeit besitzen RAPM und EVA eine große Verbreitung in der Praxis. Der Aufbau von konsistenten, integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken ist mit diesen Konzepten aber i. d. R. nicht möglich, da bei deren Anwendung insb. folgende Probleme auftreten:

- Bei RAPM und EVA werden Risikobewertungen auf niedrigen Aggregationsstufen normalerweise als Stand-alone-Bewertungen von Einzelgeschäften (bzw. Teilportfolios) eines Portfolios durchgeführt. Bestehende Diversifikationseffekte zwischen Einzelgeschäften (bzw. Teilportfolios) werden erst nach der Aggregation zu einem Portfolio auf einer höheren Aggregationsstufe berücksichtigt. Daher entspricht die Summe der Einzelrisikobewertungen der Einzelgeschäften (bzw. Teilportfolios) i. d. R. nicht der Gesamtrisikobewertung des Portfolios. Eine einfache additive Aggregation der Einzelrisikobewertungen zu einer Gesamtrisikobewertung ist daher nicht möglich.
- Werden die verwendeten Ertrags- und Risikogrößen bereits auf niedrigeren Aggregationsstufen zu einer risikoadjustierten Performancekennzahl (RAPM) bzw. zu einem Wertbeitrag (EVA) verknüpft, so tritt ein Informationsverlust auf höheren Aggregationsstufen ein, sofern die entsprechenden Inputgrößen und Parameter nicht – jeweils separiert – auch auf höheren Aggregationsstufen bestimmt werden.
- Auch wenn die Inputgrößen separiert auf jeder Aggregationsstufe bereitgehalten werden, so besteht bei RAPM ein zusätzliches Problem durch die Quotientenbildung: Durch die Verknüpfung von Ertrags- und Risikogrößen zu relativen Größen ist eine Aggregation auf höheren Aggregationsstufen nicht ohne weiteres möglich. Es können prinzipiell Fälle auftreten, bei denen trotz Verbesserung der RAPM aller Einzelgeschäfte (bzw. Teilportfolios) eines Portfolios auf Gesamtebene des Portfolios eine Verschlechterung eintritt und um-

gekehrt. Dies stellt den Einsatz als Kennzahlensystem zum integrierten Ertrags- und Risikomanagement zusätzlich in Frage.

Der Aufbau von bottom-up aggregationsfähigen, multidimensionalen Datenbanken für Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträgen kann daher mit den bislang in der Praxis sehr verbreiteten finanzwirtschaftlichen Kennzahlensystemen nicht erfolgen. Es bedarf eines neuartigen Lösungsansatzes als fachliche Grundlage zum Aufbau konsistenter, integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken.

3. Finanzwirtschaftliche Anforderungen und Lösungsansätze für ein unternehmensweit konsistentes 4R-Kennzahlensystem

Ausgehend von grundlegenden Aufgaben und Anforderungen wird in diesem Abschnitt ein finanzwirtschaftlicher Lösungsansatz für den Aufbau eines unternehmensweit konsistenten 4R-Kennzahlensystems vorgestellt.

3.1. Grundlegende Aufgaben und Anforderungen an ein 4R-Kennzahlensystem

Um den Aufgaben einer wertorientierten Unternehmensführung einerseits und den Anforderungen regulatorischer Transparenzanforderungen und gesetzlicher Publizitätsverpflichtungen (wie bspw. des KonTraG) andererseits gerecht werden zu können, muss ein 4R-Kennzahlensystem eine konsistente Ertrags- und Risikosteuerung und -überwachung durchgängig über alle Hierarchieebenen ermöglichen (vgl. [Huth03]). Die Ermittlung der Ertrags- und Risikoposition auf Ebene der (Gesamt-)Unternehmung ist nicht ausreichend, sondern bedarf zusätzlich einer unternehmensweiten, kontinuierlichen Analyse der Ertrags- und Risikobeiträge der Teilbereiche der Unternehmung auf unterschiedlichen Aggregationsstufen. Dazu sind Risikoverbundeffekte für die unterschiedlichen Teilbereiche der Unternehmung bis hin zum Einzelgeschäft zu berücksichtigen. Darüber hinaus muss ermittelt werden können, ob ein Teilbereich der Unternehmung einen positiven oder negativen Wertbeitrag erbringt. Das 4R-Kennzahlensystem muss in der Lage sein, Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträge jeweils für beliebige Dimensionen auf beliebig vielen Aggregationsstufen zusammenzufassen, um so konsistente Sichten für unterschiedliche Unternehmensfunktionen (z. B. Finanzen, Marketing, Produktion) gemäß Abbildung II-1 zu ermöglichen.

3.2. Bewertung unsicherer Zahlungsströme durch Ertrags- und Risikogrößen

Zunächst soll begründet werden, warum unsichere Zahlungsströme und nicht andere Rechengrößen, wie bspw. Gewinne oder Deckungsbeiträge, als Basis eines 4R-Kennzahlensystems dienen:

- Am Kapitalmarkt stellen Investoren einen Marktwert für unsichere Zahlungsströme insb. anhand der Barwerte unsicherer Zahlungsströme und deren Schwankungen fest. Unsichere Zahlungsströme sind daher eine objektive Grundlage für Investitionsentscheidungen unter Unsicherheit (vgl. [FrHa03]).
- Zwar gibt es in Unternehmungen neben Zahlungsstrombetrachtungen auch die buchhalterische Rechnungslegung sowie die Kosten- und Leistungsrechnung, jedoch zeigen sich diese als Grundlage für eine marktorientierte Unternehmenssteuerung - aufgrund der mit ihnen verbundenen (subjektiven) Bewertungen - weitaus weniger geeignet als unsichere Zahlungsströme.
- Zusätzlich kann eine im Zeitablauf zunehmende Kongruenz der internen und externen Rechnungslegung festgestellt werden, welche die Bedeutung von Zahlungsströmen zusätzlich steigert: So sehen die Bewertungsansätze nach IFRS/IAS eine marktgerechte Bewertung der Investitionen einer Unternehmung auf Basis von Zahlungsströmen vor.

Eine (Kapital-)marktorientierte Unternehmenssteuerung stellt daher Zahlungsströme bzw. Barwerte von Zahlungsströmen sowie deren Schwankungen in den Fokus der Betrachtungen. Um eine Bewertung von Einzelgeschäften anhand von Zahlungsströmen zu ermöglichen, sind den jeweiligen Einzelgeschäften die durch sie verursachten direkten und indirekten Ein- und Auszahlungen zuzurechnen. Im Folgenden soll davon ausgegangen werden, dass für jedes Einzelgeschäft die unsicheren Zahlungsüberschüsse sowie deren Verteilung bekannt sind bzw. mit Hilfe von Überführungsrechnungen aus alternativen Rechnungsgrößen generiert werden können, wenngleich in der Praxis ggf. derartige Informationen nicht generell auf Einzelgeschäftsebene vorliegen dürften und geschätzt werden müssen. Je mehr historische Daten jedoch vorliegen bzw. je mehr gleichartige Einzelgeschäfte dazu in einem Portfolio zusammengefasst werden können, umso eher gelingt eine solche Schätzung in der Praxis. Zuordnungsprobleme sollen im Rahmen des Beitrags nicht betrachtet werden.

Zur Bewertung der unsicheren Zahlungsströme sollen Ertrags- und Risikogrößen wie folgt begrifflich aufgefasst werden:

- Der Begriff Ertragsgröße wird in der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre üblicherweise als eine buchhalterische Größe verstanden. Aufgrund der Verbreitung des Begriffs Ertrags- und Risikomanagement, welcher hinsichtlich der verwendeten Größen präziser „Management der erwarteten Barwerte aus Zahlungsüberschüssen und deren Risiken“ heißen müsste, wird der Begriff Ertragsgröße abweichend davon als Erwartungswert des unsicheren Barwerts eines Zahlungsstroms definiert.

- Die entsprechende Risikogröße soll die Schwankungen des betrachteten, unsicheren Barwerts bewerten.

Auf Basis unsicherer Zahlungsströme und deren Bewertung durch Ertrags- und Risikogrößen werden im Folgenden das 4R-Kennzahlensystem vorgestellt und die Annahmen A1-A6 getroffen; in Anhang 1 werden - zur besseren Übersichtlichkeit und aufgrund der Längenbegrenzung des Beitrags - zusätzliche formale Ergänzungen der Annahmen vorgenommen:¹

A1) Unsichere Zahlungsströme und Barwerte der Einzelgeschäfte i: Eine Unternehmung besitze zum Zeitpunkt $t=0$ ein Portfolio aus den laufenden Einzelgeschäften i . Für jedes Einzelgeschäft i lässt sich der unsichere Zahlungsstrom \tilde{Z}^i anhand der unsicheren Zahlungsüberschüsse \tilde{z}_t^i über eine Laufzeit T^i zu den Zeitpunkten $t=0$ bis $t=T^i$ in der folgenden Form angeben: $\tilde{Z}^i = (\tilde{z}_0^i, \tilde{z}_1^i, \tilde{z}_2^i, \dots, \tilde{z}_{T^i}^i)$. Der unsichere Barwert $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ eines Zahlungsstroms \tilde{Z}^i berechnet sich durch die Diskontierung der Zahlungsüberschüsse \tilde{z}_t^i zum Zeitpunkt $t=0$ mit dem risikolosen Zinssatz r_p^i (jeweils für die Perioden p):

$$\tilde{BW}(\tilde{Z}^i) = \tilde{z}_0^i + \sum_{t=1}^{T^i} \frac{\tilde{z}_t^i}{\prod_{p=1}^t (1+r_p^i)}$$

Die Dichtefunktionen aller betrachteten Zufallsvariablen \tilde{z}_t^i bzw. $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ sowie der risikolose Zinssatz r_p^i seien bekannt.

A2) Ertragsgröße: Eine Ertragsgröße E^i ist definiert als der Erwartungswert $E(\tilde{BW}(\tilde{Z}^i))$ des Barwerts $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ zum Zeitpunkt $t=0$. Es gilt: $E^i = E(\tilde{BW}(\tilde{Z}^i))$.

A3) Risikogröße: Die unsicheren Zahlungsströme \tilde{Z}^i der Einzelgeschäfte i werden zu einem unsicheren Gesamtzahlungsstrom des Portfolios U der Unternehmung \tilde{Z}^U mit $\tilde{Z}^U = \sum_i \tilde{Z}^i$ zusammengefasst. Eine Risikogröße R^i bewertet den absoluten Risikobeitrag des Barwerts $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ eines Einzelgeschäfts i zum absoluten Gesamtrisiko R^U des Barwerts $\tilde{BW}(\tilde{Z}^U)$ der Unternehmung. Zur Bewertung wird die Kovarianz zwischen dem Barwert $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ des Einzelgeschäfts i und dem Barwert $\tilde{BW}(\tilde{Z}^U)$ des Portfolios U der Unternehmung zum Zeitpunkt $t=0$ verwendet (vgl. [Huth03]). Es gilt:

¹ Der Anhang dieses Beitrags findet sich am Ende dieses Kapitels II.

$$R^i = \text{Cov}_{i,U} = \rho_{i,U} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_U$$

mit:

$\text{Cov}_{i,U}$: Kovarianz zwischen dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ und dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$, jeweils in $t=0$.

$\rho_{i,U}$: Korrelation zwischen dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ und dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$, jeweils in $t=0$.

σ_i : Standardabweichung des Barwerts $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ in $t=0$.

σ_U : Standardabweichung des Barwerts $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$ in $t=0$.

In den folgenden Abschnitten wird eine *eindimensionale* und darauf aufbauend eine *multidimensionale* Aggregation der Ertrags- und Risikogrößen der Einzelgeschäfte i durchgeführt.

3.3. **Eindimensionale Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen in einer hierarchischen Baumstruktur**

Zunächst wird untersucht, wie Ertrags- und Risikogrößen auf beliebig vielen Aggregationsstufen bei *eindimensionaler* Betrachtung aggregiert werden können. Um die Ertrags- und Risikogrößen der Einzelgeschäfte i einer Unternehmung auf beliebig vielen Aggregationsstufen konsistent verknüpfen zu können, wird in A4 eine hierarchische Baumstruktur zur Abbildung einer hierarchischen Organisationsstruktur definiert.

A4) Hierarchische Baumstruktur

Die Einzelgeschäfte i einer Unternehmung lassen sich über Teilportfolios auf n Aggregationsstufen in einer hierarchischen Baumstruktur bis hin zum Portfolio U der Unternehmung zusammenfassen (mit $n \in \mathbb{N}$). Eine solche hierarchische Baumstruktur umfasst die Knoten $x(A_k)$ auf den Aggregationsstufen A_k (mit $k \in \{1, n\}$): Der Knoten $U(A_1)$ auf der höchsten Aggregationsstufe A_1 (Wurzelknoten) repräsentiert das Portfolio U , welches alle Einzelgeschäfte i der Unternehmung umfasst. Die Knoten $x(A_k)$ (für $k \in \{2, n-1\}$) der darunter liegenden Aggregationsstufen A_2 bis A_{n-1} (Teilbäume) stellen Teilportfolios der Unternehmung dar. Die Knoten $i(A_n)$ der niedrigsten Aggregationsstufe A_n (Blätter) vertreten die Einzelgeschäfte i der Unternehmung.

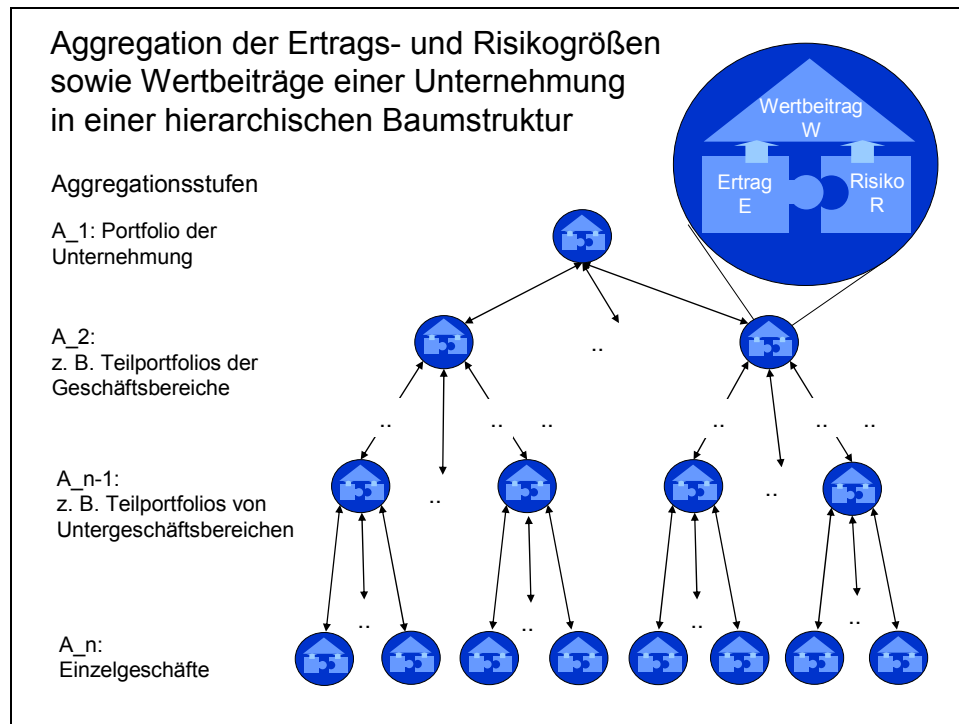


Abbildung II-2: Hierarchische Baumstruktur

Abbildung II-2 zeigt eine hierarchische Baumstruktur zur Aggregation der Einzelgeschäfte einer Unternehmung über beliebig viele Aggregationsstufen. So können Einzelgeschäfte bspw. zunächst zu Teilportfolios einzelner Untergeschäftsbereiche, dann zu Teilportfolios der Geschäftsbereiche und schließlich zum Portfolio U der Unternehmung zusammengefasst werden. Für jedes Teilportfolio bzw. Portfolio $x(A_k)$ soll je eine Ertragsgröße und eine Risikogröße durch Aggregation der entsprechenden Größen der Einzelgeschäfte ermittelt werden. Eine solche Aggregation der Einzelgeschäfte, über Teilportfolios bis hin zum Portfolio der Unternehmung über mehrere Aggregationsstufen hinweg, wird wesentlich erleichtert, wenn die betrachteten Größen die Eigenschaft der Wertadditivität erfüllen.

Die folgende Definition nach [FrHa03] legt allgemein die Eigenschaft der Wertadditivität von finanzwirtschaftlichen Größen als Bewertungsfunktion für unsichere Zahlungsströme fest.

Definition: Wertadditivität einer Bewertungsfunktion für unsichere Zahlungsströme

Eine Bewertungsfunktion $v(\tilde{Z})$ für unsichere Zahlungsströme \tilde{Z} ist wertadditiv, wenn bei deren Anwendung auf jeweils zwei beliebige Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j stets gilt, dass die Summe der Bewertungen der beiden Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j der Bewertung der Summe der Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j entspricht: $v(\tilde{Z}^i + \tilde{Z}^j) = v(\tilde{Z}^i) + v(\tilde{Z}^j)$.

Die Eigenschaft der Wertadditivität wird im Folgenden für Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträge auf beliebig vielen Aggregationsstufen untersucht.

Wertadditive Aggregation von Ertragsgrößen

Die Eigenschaft der Wertadditivität von Ertragsgrößen setzt die Einhaltung der folgenden Konsistenzanforderung K1 voraus (vgl. [FrHa03]; siehe Beweis in Anhang 2):

Konsistenzanforderung K1: Die Konsistenzanforderung K1 besteht in der *einheitlichen* Verwendung eines *risikofreien Zinssatzes* r_p für alle Einzelgeschäfte i (mit $r_p = r_p^i \forall i$), der für die Diskontierung der Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i in der jeweiligen Periode p anzuwenden ist.

Ergebnis 1: Wenn die Annahmen A1, A2 und A4 sowie die Konsistenzanforderung K1 erfüllt sind, dann können Ertragsgrößen auf beliebigen Aggregationsstufen einer hierarchischen Baumstruktur wertadditiv verknüpft werden:

- Der Gesamtertrag E^{i+j} aus den Einzelgeschäften i und j entspricht der Summe der Erträge E^i und E^j der Einzelgeschäfte i und j : $E^{i+j} = E^i + E^j$ (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$).
- Betrachtet man die einem Portfolio $y(A_k)$ auf einer höheren Aggregationsstufe A_k ($\forall k$ mit $1 \leq k < n$) zugeordneten jeweils paarweise disjunkten Teilportfolios $x(A_{k+1})$ einer niedrigeren Aggregationsstufe A_{k+1} , so gilt für die Ertragsgrößen $E^{x(A_{k+1})}$ Wertadditivität:

$$E^{y(A_k)} = \sum_{x(A_{k+1}) \subseteq y(A_k)} E^{x(A_{k+1})}.$$

- Für das Portfolio U der Unternehmung ergibt sich die Ertragsgröße E^U durch eine wertadditive Verknüpfung der Ertragsgrößen $E^{x(A_k)}$ der Teilportfolios $x(A_k)$ einer bestimmten Aggregationsstufe A_k ($\forall k$ mit $1 < k \leq n$): $E^U = \sum_{x(A_k)} E^{x(A_k)} = \sum_i E^i$. Der Gesamtertrag des Portfolios U der Unternehmung ist somit unabhängig von der Aggregationsstufe A_k , auf der die Ertragsgrößen $E^{x(A_k)}$ der Teilportfolios $x(A_k)$ wertadditiv aggregiert werden, immer gleich hoch.

Im Folgenden wird gezeigt, dass bei Verwendung von geeigneten Kovarianzen als Risikogröße eine wertadditive Aggregation möglich ist.

Wertadditive Aggregation von Risikogrößen

Zur Wertadditivität von Risikogrößen ist - zusätzlich zu K1 - auch die folgende Konsistenzanforderung K2 erforderlich (siehe Beweise in den Anhängen 3-1, 3-2 und 3-3):

Konsistenzanforderung K2: (vgl. Anhang 5 für eine formale Darstellung)

- K2a): Die Korrelation $\rho_{i,U}$ zwischen einem Einzelgeschäft $i(A_n)$ und dem Portfolio der Unternehmung $U(A_1)$ entspricht dem Produkt der $n-1$ Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind.
- K2b): Für die Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios unterschiedlicher Aggregationsstufen $1 \leq m < k < n$ muss gelten, dass die Korrelation $\rho_{x(A_{k+1}), y(A_m)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1})$ und einem Portfolio $y(A_m)$ dem Produkt der Korrelationen zwischen den Teilportfolios auf den dazwischen liegenden Aggregationsstufen entspricht, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind.
- K2c): Für die Standardabweichung $\sigma_{y(A_k)}$ eines Portfolios $y(A_k)$ auf einer beliebigen Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k < n$) muss gelten, dass diese der Summe aus den Produkten der Standardabweichungen $\sigma_{x(A_{k+1})}$ der im Portfolio $y(A_k)$ enthaltenen Teilportfolios $x(A_{k+1})$ und der jeweiligen Korrelationen $\rho_{x(A_{k+1}), y(A_k)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1})$ und dem Portfolio $y(A_k)$ entspricht.

Bei der Anwendung empirischer Schätzverfahren zur Bestimmung der Korrelationen und Standardabweichungen ist sicherzustellen, dass die formulierte Konsistenzanforderung K2 erfüllt wird.

Ergebnis 2: Wenn die Annahmen A1, A3 und A4 sowie die Konsistenzanforderung K1 und K2 erfüllt sind, dann können Risikogrößen auf beliebigen Aggregationsstufen wertadditiv verknüpft werden:

- Das Gesamtrisiko R^{i+j} aus den Einzelgeschäften i und j entspricht der Summe der Risiken R^i und R^j der Einzelgeschäfte i und j : $R^{i+j} = R^i + R^j$ (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$).
- Betrachtet man die einem Portfolio $y(A_k)$ auf einer höheren Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k < n$) zugeordneten Teilportfolios $x(A_{k+1})$ einer niedrigeren Aggregationsstufe A_{k+1} , so gilt für die Risikogrößen $R^{x(A_{k+1})}$ Wertadditivität: $R^{y(A_k)} = \sum_{x(A_{k+1}) \subseteq y(A_k)} R^{x(A_{k+1})}$.
- Für das Portfolio U der Unternehmung ergibt sich die Risikogröße R^U durch eine wertadditive Verknüpfung der Risikogrößen $R^{x(A_k)}$ der Teilportfolios $x(A_k)$ einer bestimmten

Aggregationsstufe A_k ($\forall k$ mit $1 < k \leq n$): $R^U = \sum_{x(A_k)} R^{x(A_k)} = \sum_i R^i$. Das Gesamtrisiko des

Portfolios U der Unternehmung ist somit unabhängig von der Aggregationsstufe A_k , auf der die Risikogrößen $R^{x(A_k)}$ der Teilportfolios $x(A_k)$ wertadditiv aggregiert werden, immer gleich hoch.

Legt man wertadditive Risikogrößen zugrunde, so können integrierte Ertrags- und Risikodatenbanken Anfragen zur bottom-up Aggregation auf sehr einfache Weise, ohne Zuhilfenahme von Simulationsverfahren, bearbeiten.

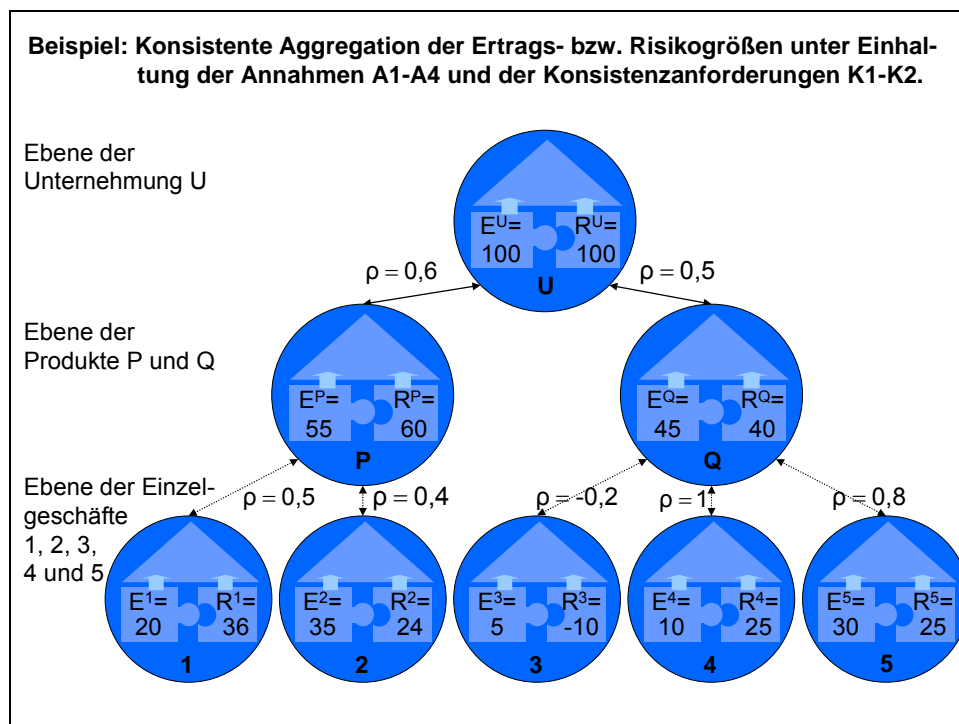


Abbildung II-3: Verteilungsfreie, eindimensionale Aggregation von Ertrags- bzw. Risikogrößen in einer hierarchischen Baumstruktur

Das Beispiel in Abbildung II-3 veranschaulicht eine solche bottom-up Aggregation von Ertrags- bzw. Risikogrößen einer Unternehmung auf analytischem Wege (vgl. Anhang 6-1 für die Berechnungen). Eine derartige wertadditive Aggregation setzt die Einhaltung der Konsistenzanforderungen K1-K2 an die eingehenden Parameter, insb. Diskontierungszinssätze, Korrelationen und Standardabweichungen, voraus. Mag eine solche Aggregation für fünf Einzelgeschäfte, wie im Beispiel, auch ohne die Bildung von Zwischenaggregationsstufen noch einfach durchführbar erscheinen, so zeigen sich jedoch bei großen Portfolios Vorteile durch die Möglichkeit der Parallelisierung der Berechnungen auf Zwischenaggregationsstufen für Teilbereiche und die Verhinderung einer Parameterexplosion bei den Vorberechnungen zur empirischen Schätzung der Risikoparameter.

Im Folgenden wird dargelegt, dass bei Anwendung *multidimensionaler*, hierarchischer Baumstrukturen ebenso eine wertadditive Aggregation der Ertrags- und Risikogrößen möglich ist.

3.4. Multidimensionale Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen

Eine multidimensionale Betrachtung der Einzelgeschäfte ist zur Unterstützung mehrerer Unternehmensfunktionen (nach Abbildung II-1) erforderlich, um eine Aggregation jeweils in mehreren Dimensionen (bspw. Kunden, Produkte) zugleich durchführen zu können.

A5) Multidimensionale, hierarchische Baumstruktur

Um multidimensionale Sichten auf die Unternehmung zu unterstützen, wird für jede Dimension Dim_d (mit $d \in \mathbb{N}$) jeweils eine hierarchische Baumstruktur abgebildet. Die Einzelgeschäfte i , repräsentiert durch die Knoten $i(A_n)$, und das Portfolio U der Unternehmung, repräsentiert durch den Knoten $U(A_1)$, sind einheitlich für alle Dimensionen. Auf den Aggregationsstufen A_k mit $k \in \mathbb{N}$ und $1 < k < n$ repräsentieren die Knoten $x(A_k, \text{Dim}_d)$ jeweils Teilportfolios der Unternehmung bei einer Betrachtung in einer bestimmten Dimension Dim_d .

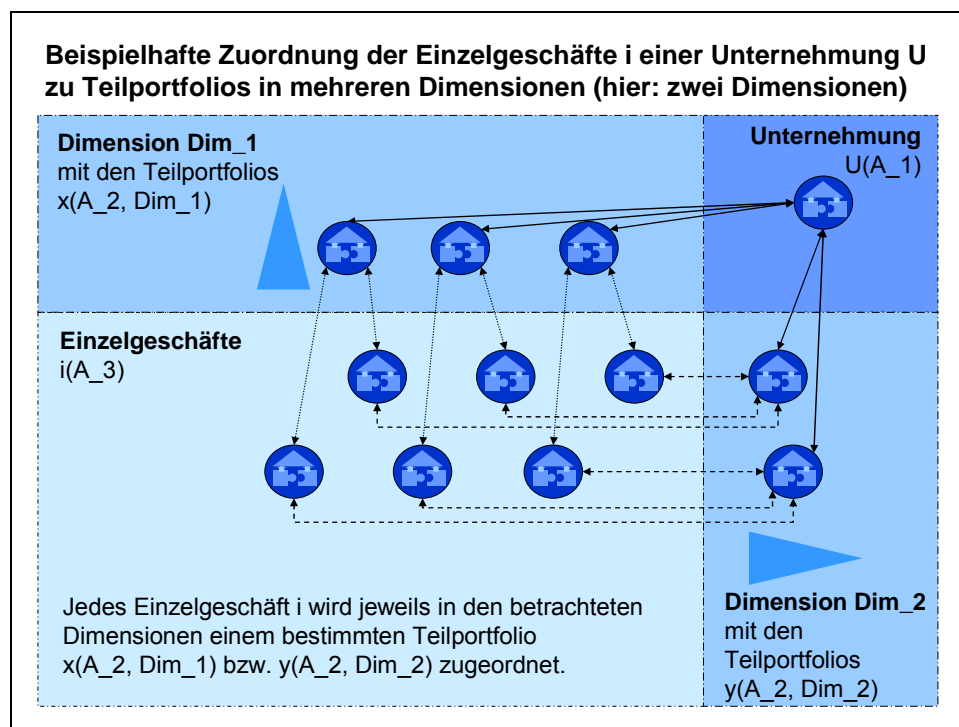


Abbildung II-4: Multidimensionale, hierarchische Baumstruktur

Abbildung II-4 zeigt die gleichzeitige Anwendung hierarchischer Baumstrukturen für mehrere Dimensionen, eine so genannte multidimensionale, hierarchische Baumstruktur. Beispielhaft wird für die beiden Dimensionen Dim_1 bzw. Dim_2 jeweils eine Zuordnung der Einzelgeschäften i zu den Teilportfolios $x(A_2, \text{Dim}_1)$ bzw. $y(A_2, \text{Dim}_2)$ vorgenommen. Wie durch die Dreiecke in Abbildung II-4 angedeutet, kann eine Aggregation dieser Teilportfolios in den jeweiligen Dimensionen auf weiteren dimensionsspezifischen Zwischenaggregationsstufen gemäß A5 stattfinden. Auf die Darstellung weiterer Zwischenaggregationsstufen wurde aus Gründen der leichten Anschaulichkeit verzichtet und nur eine Aggregationsstufe in beiden Dimensionen verwendet. Bei multidimensionalen Aggregationen sind weitere Konsistenzanforderungen an die verwendeten Größen und Parameter zu stellen. Aufgrund der Betrachtung

tung der Korrelationen im Anhang II-3-3 stellt sich folgende Konsistenzanforderung K3 an die Risikoparameter innerhalb multidimensionaler, hierarchischer Baumstrukturen:

Konsistenzanforderung K3: (vgl. Anhang 5 für eine formale Darstellung)

K3a): Unabhängig von der betrachteten Dimension sind folgende Parameter einheitlich zu schätzen, da sie zugleich für alle betrachteten Dimensionen relevant sind:

- die Standardabweichungen σ_i der Einzelgeschäfte i ,
- die Standardabweichung σ_U des Portfolios U der Unternehmung sowie
- die Korrelationen $\rho_{i,U}$ zwischen den Einzelgeschäften i und dem Portfolio U der Unternehmung.

K3b): Bei Betrachtung beliebiger Dimensionen Dim_e und Dim_f gilt: In jeder betrachteten Dimension muss die Korrelation $\rho_{i,U}$ zwischen einem Einzelgeschäft i und dem Portfolio U der Unternehmung jeweils dem Produkt der Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen einer Dimension entsprechen, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind.

K3c): Für die Standardabweichung $\sigma_{y(A_k, Dim_d)}$ eines Portfolios $y(A_k, Dim_d)$ auf einer beliebigen Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k < n$) einer beliebigen Dimension Dim_d muss gelten, dass diese der Summe aus den Produkte der Standardabweichungen $\sigma_{x(A_{k+1}, Dim_d)}$ der in $y(A_k, Dim_d)$ enthaltenen Teilportfolios $x(A_{k+1}, Dim_d)$ mit den jeweiligen Korrelationen $\rho_{x(A_{k+1}, Dim_d), y(A_k, Dim_d)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1}, Dim_d)$ und dem Portfolio $y(A_k, Dim_d)$ entspricht.

Ergebnis 3: Wenn die Annahmen A1-A5 sowie die Konsistenzanforderungen K1-K3 erfüllt sind, dann ist eine wertadditive Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen auch in mehreren Dimensionen auf konsistente Weise möglich:

- Ertragsgrößen sind deterministisch und können bei überschneidungsfreier Zuordnung in multidimensionalen Baumstrukturen (nach A5) wertadditiv aggregiert werden.
- Durch die Verwendung von Kovarianzen als Risikomaß der Einzelgeschäfte ist auch bei multidimensionaler Betrachtung eine wertadditive Aggregation der Risikogrößen bis hin zum Portfolio U der Unternehmung unter Berücksichtigung der Korrelationseffekte möglich. Eine wertadditive Aggregation der Risikogrößen der Einzelgeschäfte i über die Teilportfolios $x(A_k, Dim_d)$ kann für jeweils eine bestimmte Dimension Dim_d bis hin zum Portfolio U der Unternehmung durchgeführt werden.

Auf Basis des 4R-Kennzahlensystems aufgebaute integrierte Ertrags- und Risikodatenbanken sind in der Lage, OLAP-Anfragen über Ertrags- und Risikogrößen in multidimensionalen Sichten auf konsistente Weise zu unterstützen.

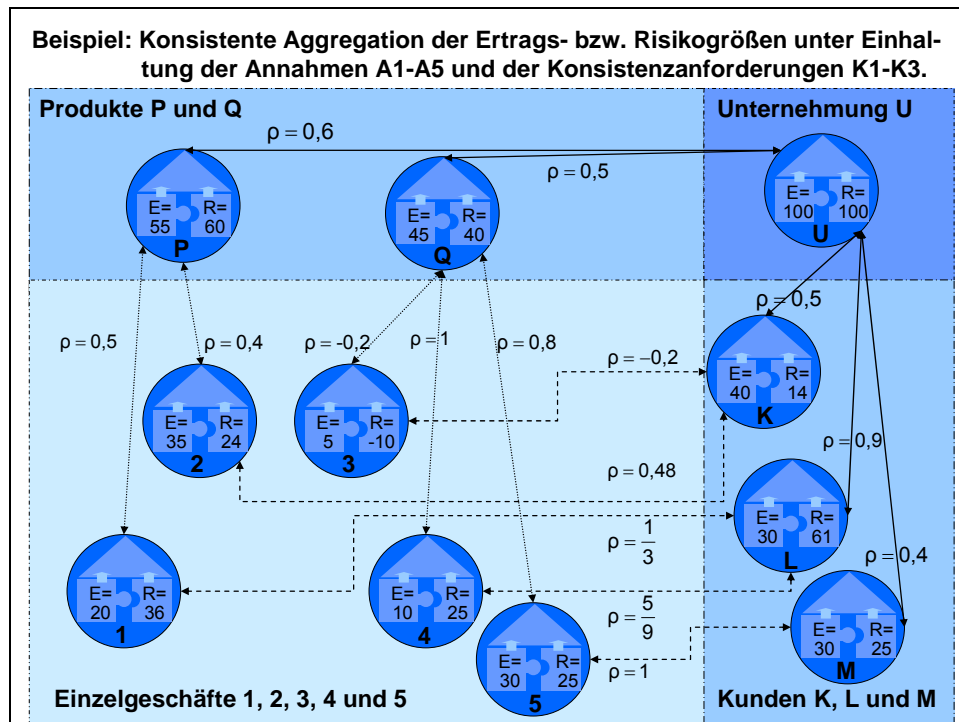


Abbildung II-5: Verteilungsfreie, multidimensionale Aggregation von Ertrags- bzw. Risikogrößen in einer multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur

Das Beispiel in Abbildung II-5 illustriert, dass wertadditive Ertrags- bzw. Risikogrößen eine konsistente Aggregation über Zwischenaggregationsstufen in mehreren Dimensionen, hier zugleich nach Produkten *und* nach Kunden, auf analytischem Wege erlauben (vgl. Anhang 6-2 für die Berechnungen). Eine derartige wertadditive Aggregation setzt zusätzlich die Einhaltung der Konsistenzanforderungen K1-K3, insb. an die eingehenden Korrelationen und Standardabweichungen in den unterschiedlichen Dimensionen, voraus.

3.5. Verknüpfung und Aggregation von Wertbeiträgen

Im Folgenden wird dargelegt, unter welchen Bedingungen Ertrags- und Risikogrößen zu Wertbeiträgen im Sinne von Sicherheitsäquivalenten verknüpft werden können und wie diese über beliebig viele Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen aggregiert werden können.

Additive Verknüpfung von Ertrags- und Risikogrößen zu Wertbeiträgen

Im Sinne einer wertorientierten Unternehmensführung stellt ein (barwertiger) Wertbeitrag eine risikoadjustierte Größe für den absoluten Wertzuwachs dar, welche durch die Verknüpfung von Ertrags- und Risikogrößen berechnet wird. Die bisher definierten Ertrags- und Risikogrößen sind für alle Verteilungen der zu bewertenden unsicheren Barwerte anwendbar. Um Wertbeiträge im Sinne von Sicherheitsäquivalenten ermitteln zu können, sieht Annahme A6 vor, dass die zugrunde liegenden unsicheren Barwerte der Einzelgeschäfte i der Unternehmung normalverteilt sind. Eine solche Annahme normalverteilter Barwerte der Einzelgeschäfte erscheint für Einzelgeschäfte, die hauptsächlich Markt- und Kreditrisiken aufweisen,

ggf. unter Zuhilfenahme entsprechend transformierter Zufallsvariablen, gut bis sehr gut geeignet, i. d. R. jedoch nicht für operationelle Risiken.

A6) (Barwertiger) Wertbeitrag

Es wird angenommen, dass die unsicheren Barwerte $\tilde{B}W^i$ der Einzelgeschäfte i der Unternehmung als normalverteilte Zufallsvariablen (mit der Notation $\tilde{B}W^*(\tilde{Z}^i)$) betrachtet werden können. Mit Hilfe einer Integrationsfunktion $V_{Int, BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i)$ auf Basis einer klassischen Präferenzfunktion der Form $\Phi(\mu, \sigma) = \mu - \frac{\alpha}{2} \sigma^2$ aus der Entscheidungstheorie (vgl. z. B. [Schn67]) werden eine (barwertige) Ertragsgröße und eine (barwertige) Risikogröße zu einem (barwertigen) Wertbeitrag $W_{BW^*}^i$ additiv verknüpft:

$$W_{BW^*}^i = V_{Int, BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i) = a^i \cdot E_{BW^*}^i - b^i \cdot R_{BW^*}^i = a^i \cdot E(\tilde{B}W^*(\tilde{Z}^i)) - b^i \cdot Cov_{BW^*}(i, U)$$

mit:

a^i : Konstante $\in \mathfrak{R}^+$; b^i : Konstante $\in \mathfrak{R}$

Ein (barwertiger) Wertbeitrag $W_{BW^*}^i \in \mathfrak{R}$ ist skalar und wird in Geldeinheiten ausgedrückt. $W_{BW^*}^i$ wird im Weiteren vereinfachend als Wertbeitrag bezeichnet.

Anmerkung zur Präferenzfunktion in A6: Die dargestellte Präferenzfunktion stellt eine betriebswirtschaftliche fundierte Variante der Risikoabschlagsmethode dar. Die Bildung von risikoadjustierten Wertbeiträgen ergibt sich in der Praxis häufig durch die Durchführung eines methodisch i. d. R. weitaus weniger fundierten Risikoabschlags auf die Erträge risikobehafteter Einzelgeschäfte, wie in Abschnitt 2 dieses Kapitels II diskutiert.

Ergebnis 4a: Für die Einzelgeschäfte i kann bei einem gegebenen Portfolio anhand des Wertbeitrags $W_{BW^*}^i$ deren absoluter risikoadjustierter Beitrag zum Vermögenszuwachs der Unternehmung abgelesen werden. Sofern Annahme A6 gilt, entspricht ein Wertbeitrag $W_{BW^*}^i$ dem Sicherheitsäquivalent eines unsicheren, normalverteilten Barwerts $\tilde{B}W^*(\tilde{Z}^i)$. Die Konstante b^i in obiger Integrationsfunktion drückt die individuelle Rendite-/Risikoeinstellung aus: $b^i = 0$: Risikoneutralität; $b^i > 0$: Risikoaversion; $b^i < 0$ Risikofreude.

Wertadditive Aggregation von Wertbeiträgen

Zur Wertadditivität von Wertbeiträgen wird vorausgesetzt, dass die folgende Konsistenzanforderung K4 erfüllt ist (vgl. Beweis in Anhang 4):

Konsistenzanforderung K4: Es sind unternehmensweit einheitliche, konstante Parameter a und b mit $a = a^i = a^U \forall i$ und $b = b^i = b^U \forall i$ in der Integrationsfunktion $V_{\text{Int,BW}^*}(E_{\text{BW}^*}^i, R_{\text{BW}^*}^i)$ für alle Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ anzuwenden.

Ergebnis 4b: Wenn wertadditive Ertragsgrößen und wertadditive Risikogrößen verwendet werden, zugleich Ertrags- und Risikogrößen additiv verknüpft werden und zusätzlich die Annahme A6 und die Konsistenzanforderung K4 erfüllt sind, dann sind Wertbeiträge wertadditiv. Wertadditive Wertbeiträge können für beliebige Einzelgeschäfte über Teilportfolios in beliebigen Dimensionen bis hin zum Portfolio U der Unternehmung verknüpft werden. Die konsistente Verwendung von a und b sichert eine unternehmensweit einheitliche Rendite-/Risikoeinstellung und somit einheitliche ‚Preise‘ pro Einheit Ertrag (bewertet mit dem Faktor a) bzw. pro Einheit Risiko (bewertet mit dem Faktor b) bei der Bestimmung der Wertbeiträge.

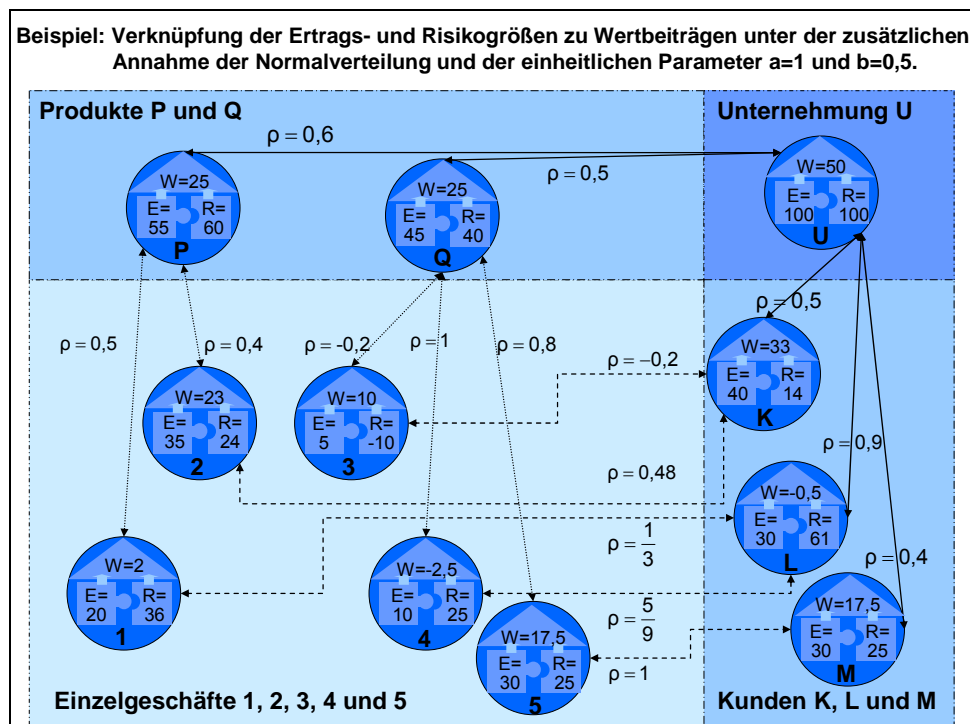


Abbildung II-6: Verknüpfung und Aggregation von Wertbeiträgen in einer multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur

Das Beispiel in Abbildung II-6 demonstriert die Verknüpfung von Ertrags- und Risikogrößen zu Wertbeiträgen (vgl. Anhang 6-3 für die Berechnungen). Man erhält jeweils das gleiche Ergebnis für den Wert der Unternehmung und seiner Teilportfolios unabhängig davon, ob Ertrags- und Risikogrößen zunächst zu Wertbeiträgen verknüpft und anschließend über Zwischenaggregationsstufen zum Wert(-beitrag) der Unternehmung aggregiert werden, oder ob

dies in umgekehrter Reihenfolge geschieht. Dies unterstreicht die Konsistenz des vorgestellten 4R-Kennzahlensystems.

4. Fazit und Ausblick

Unternehmungen benötigen im Rahmen einer wertorientierten Unternehmensführung, insb. zur Unterstützung von Entscheidungen, zur Performanceanalyse sowie zur Überwachung der Risikotragfähigkeit Informationen über die Ertrags- und Risikobeiträge ihrer Teilportfolios zum Unternehmensportfolio. Für jeden dieser Blickwinkel erscheint eine marktgerechte Bewertung auf Basis unsicherer Zahlungsströme und deren Barwerte objektiver als die Anwendung von subjektiven bewertungsabhängigen Rechengrößen, wie Gewinnen oder Deckungsbeiträgen. Dazu wird im Rahmen dieses Beitrags ein 4R-Kennzahlensystem vorgestellt, welches Unternehmungen bei der Bewertung unsicherer Zahlungsströme durch Ertrags- und Risikogrößen unterstützt und - verteilungsfrei - eine konsistente Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen auf beliebigen Aggregationsstufen (z. B. Einzelgeschäfte, Geschäftsbereiche, Unternehmung) in beliebigen Dimensionen (z. B. Kundengruppen, Produktgruppen) ermöglicht. Unter der zusätzlichen Annahme normalverteilter Barwerte werden die Ertrags- und Risikogrößen zu (risikoadjustierten) Wertbeiträgen verknüpft. Darüber hinaus können - bei Vorliegen normalverteilter Barwerte - die betrachteten Risikogrößen mit Hilfe einfacher Quantil-Faktoren zu Value-at-Risk-Größen umgerechnet werden (vgl. Anhang 7).

Um den Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken, speziell die bottom-up Aggregation, wesentlich zu erleichtern, setzt das vorgestellte 4R-Kennzahlensystem auf einem wertadditiven Ansatz für Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträgen auf. Während erwartete Barwerte mehrerer Zahlungsströme bei Verwendung einheitlicher, periodischer Zinssätze unproblematisch wertadditiv aggregierbar sind (vgl. [FrHa03]), gilt dies für Risikogrößen nur bei Anwendung des Varianz-Kovarianz-Ansatzes (vgl. [CoWe88]). Um wertadditive Wertbeiträge zu erhalten, sind wertadditive Ertrags- und Risikogrößen additiv und mit einheitlichen Parametern zu verknüpfen.

Der vorgestellte Ansatz ist unternehmensweit einsetzbar, sofern die eingehenden Größen und Parameter für die betrachteten Teilbereiche der Unternehmung bekannt sind bzw. überführt oder geschätzt werden können. Zugleich müssen die Größen und Parameter eine Reihe von Konsistenzanforderungen erfüllen, die bei der Umsetzung in relationalen Ertrags- und Risikodatenbanken durch entsprechende Integritätsbedingungen und Trigger zu berücksichtigen sind (vgl. z. B. [Kemp01]).

Das 4R-Kennzahlensystem besitzt insb. folgende Limitationen:

- Die Größen und Parameter des 4R-Kennzahlensystems bilden nur das erste und zweite Moment der Verteilung von Zufallsvariablen (hier: unsichere Barwerte) ab. Zwar könnte eine Betrachtung höherer Momente Entscheidern weitere Informationen über die zugrun-

de liegenden Verteilungen liefern, jedoch ist für sie eine wertadditive Aggregation in mehreren Dimensionen in integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken i. d. R. nicht möglich.

- Die abgebildeten Korrelationen beschreiben nur lineare Zusammenhänge zwischen den betrachteten Zufallsvariablen und werden als konstant über den Betrachtungszeitraum angesehen. Nicht abgebildet werden in der Realwelt zu beobachtende Veränderungen von Korrelationen sowie nicht-lineare Zusammenhänge zwischen Zufallsvariablen.
- Während eine Aggregation für Ertrags- und Risikogrößen für alle zugrunde liegenden Verteilungen der unsicheren Barwerte von Einzelgeschäften möglich ist, setzen Wertbeiträge im Sinne von Sicherheitsäquivalenten normalverteilte Barwerte der Einzelgeschäfte voraus. Eine derartige Modellierung erscheint für Einzelgeschäfte, die hauptsächlich Markt- und Kreditrisiken aufweisen, im Normalfall gut bis sehr gut geeignet, i. d. R. jedoch nicht für operationelle Risiken.

Es besteht weiterer Forschungsbedarf insb.

- in der Evaluation und (Weiter-)Entwicklung statistischer Schätzverfahren zur Bestimmung von Korrelationen und Standardabweichungen,
- in der Formulierung der spezifischen Anforderungen an die Datenmodellierung des 4R-Kennzahlensystems und der zu stellenden Konsistenzanforderungen sowie in der Umsetzung in relationalen, integrierten Ertrags- und Risikodatenbanken und
- in der Untersuchung, welchen Beitrag bspw. Gridtechnologien bei derartigen komplexen, aber in Teilprobleme zerlegbaren Problemstellungen leisten können (vgl. [BFHH05]).

Aus Sicht der WI-IF-Forschungskonzeption [BuKu03] stellt die Entwicklung einer 4R-Informationsarchitektur zum Aufbau derartiger Planungs- und Kontrollsysteme eine große Herausforderung insb. für die Wirtschaftsinformatik als interdisziplinäre Wissenschaft dar.

Abbildung II-7 (nächste Seite) stellt die 4R-Informationsarchitektur vor, die sich in drei aufeinander aufbauende Ebenen gliedert (vgl. bzgl. der Wahl der betrachteten Ebenen bspw. [ÖsWi00]).

Generell lässt sich dazu festhalten, dass die bisherige Forschung in der Betriebswirtschaftslehre, der Wirtschaftsinformatik und der angewandten Informatik zwar für die einzelnen Teilbereiche vielfältige Methoden und Konzepte entwickelt hat, jedoch interdisziplinäre Methoden und Konzepte noch weitgehend fehlen. Daher sind durch die Wirtschaftsinformatik Methoden und Konzepte zu entwickeln, die in der Lage sind, ausgehend von finanzwirtschaftlichen Anforderungen solche an die Organisations- und Prozessgestaltung sowie an die Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen unternehmensweit durchgängig abzuleiten und abzubilden. Dabei ist bereits bei der Definition der finanzwirtschaftlichen Anforderungen und den Lösungsansätzen zu prüfen, inwieweit diese im Rahmen der Limitationen der darunter liegenden Ebenen überhaupt umsetzbar sind bzw. welche Erweiterung und Weiterentwicklungen bisheriger Ansätze dieser Ebenen erforderlich machen.

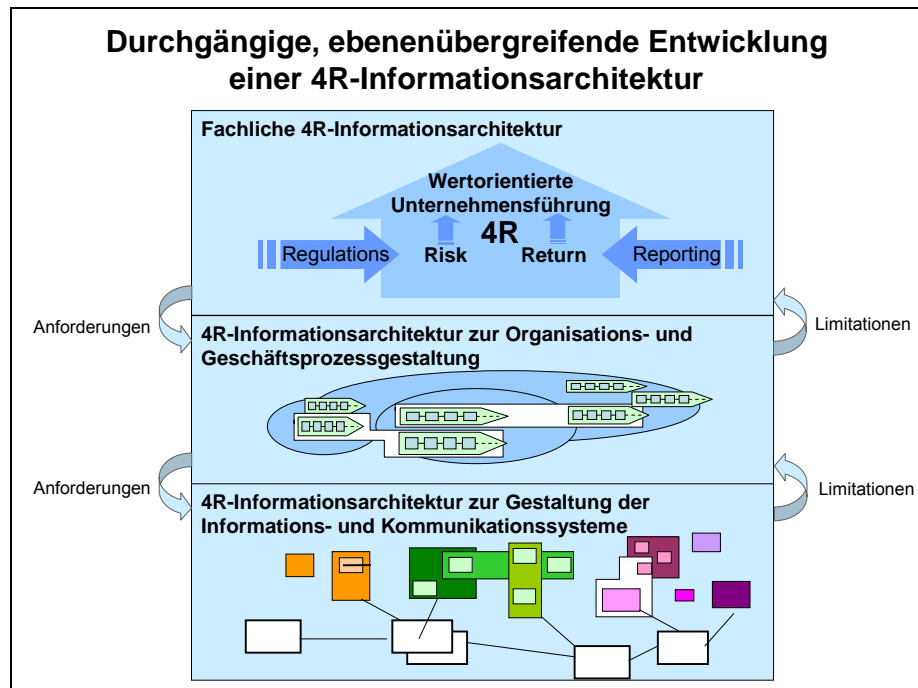


Abbildung II-7: Ebenen der 4R-Informationsarchitektur

Im Rahmen des 4R-Kennzahlensystems wurde ein wertadditiver Ansatz zur Risikomodellierung gewählt, da dieser eine spätere Umsetzung im Rahmen integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken wesentlich erleichtert bzw. überhaupt erst die konsistente Aggregation von Ertrags- und Risikogrößen auf beliebigen Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen ermöglicht. Die Untersuchung derartiger, fachkonzeptioneller Grundlagen einer 4R-Informationsarchitektur ist eine wichtige Aufgabe der Wirtschaftsinformatik. Nur wenn sie derartige fachkonzeptionelle Grundlagen nicht scheut, wird sie in der Lage sein, Standardsoftwarehersteller, wie bspw. die SAP AG, beim Aufbau integrierter Planungs- und Kontrollsysteme zu unterstützen.

Das 4R-Kennzahlensystem stellt einen Lösungsansatz für eine unternehmensweit konsistente Datengrundlage mit einheitlichen Ertrags- und Risikogrößen dar. Dieser Beitrag ist somit ein erster Baustein zur Schaffung einer 4R-Informationsarchitektur, welche den Aufbau integrierter, mehrzweckfähiger Planungs- und Kontrollsysteme im Sinne der Vision des Integrated Enterprise Balancing auf den Weg bringen soll.

Literatur

- [BaKu00] Ballwieser, W.; Kuhner, C.: Risk Adjusted Return On Capital – ein geeignetes Instrument zur Steuerung, Kontrolle und Kapitalmarktkommunikation? In Riekeberg, M./Stenke, K.: Banking 2000, Perspektiven und Projekte, Hermann Meyer zu Selhausen zum 60. Geburtstag, Gabler, Wiesbaden, S.367-381.
- [BuKu03] Buhl, H. U.; Kundisch, D.: Transformation von Finanzintermediären durch IT. In: Wirtschaftsinformatik, 45, 5, 2003, S.503-508.
- [BFHH05] Buhl, H. U.; Fridgen, G.; Hackenbroch, W.; Henneberger, M.: An Economic Model for the Allocation of Grid Resources to Risk/Return Management, Discussion Paper WI-153, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, überarbeitete Fassung vom Juli 2005, zur Begutachtung eingereicht bei Management Science, abrufbar unter <http://www.wi-if.de/Publikationen/>.
- [CoWe88] Copeland, T. E.; Weston, J. E.: Financial Theory and Corporate Policy. 3. Auflage, Addison-Wesley, New York, 1988.
- [FrHa03] Franke, G.; Hax, H.: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt. 5. Auflage, Springer, Berlin et al., 2003.
- [Host96] Hostettler, S.: Das Konzept des Economic Value Added (EVA) - Maßstab für finanzielle Performance und Bewertungsinstrument im Zeichen des Shareholder Value; Darstellung und Anwendung auf Schweizer Aktiengesellschaften. Dissertation, St. Gallen, 1996.
- [Huth03] Huther, A.: Integriertes Chancen- und Risikomanagement. Gabler, Wiesbaden, 2003.
- [IBM03] IBM Business Consulting Services: CFO Survey: Current state and future direction. Umfrage unter weltweit ca. 450 Finanzvorständen, durchgeführt in Kooperation mit dem Lehrstuhl WI-IF an der Universität Augsburg, 2003.
- [Kemp01] Kemper, A.: Datenbanksysteme: Eine Einführung, 4.Auflage, Oldenbourg, München, 2001.
- [Mert04] Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung 1: Operative Systeme in der Industrie. 14. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2004.
- [ÖsWi00] Österle, H.; Winter, R.: Business Engineering, Springer, Berlin et al., 2000.
- [SaBr99] Saitz, B.; Braun, F.(Hrsg.): Das Kontroll- und Transparenzgesetz: Herausforderungen und Chancen für das Risikomanagement. Gabler, Wiesbaden, 1999.
- [Schn67] Schneeweiß, H.: Entscheidungskriterien bei Risiko. Springer, Berlin et al., 1967.
- [SOA02] One hundred seventh congress of the United States of America: Sarbanes-Oxley Act of 2002. Abgerufen unter <http://www.sarbanes-oxley.com> am 08-03-2005.

Anhang:**Anhang 1: Formale Ergänzungen zu den Annahmen**

- **Zu Annahme A1: Ausführlichere Definition unsicherer Zahlungsströme und Barwerte der Einzelgeschäfte i:**

Zum Zeitpunkt $t=0$ besitze eine Unternehmung I (mit $I \in \mathbb{N}$ und $I \geq 2$) laufende Einzelgeschäfte, welche dem Portfolio U angehören, das alle Einzelgeschäfte der Unternehmung zusammenfasst. Für jedes Einzelgeschäft i (mit $i \in \{1, I\}$) lässt sich der unsichere Zahlungsstrom \tilde{Z}^i bei einer Laufzeit von T^i Perioden (mit $T^i \in \mathbb{N}$) anhand der unsicheren Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i zu den Zeitpunkten $t=0$ bis $t=T^i$ in der folgenden Form angeben:

$\tilde{Z}^i = (\tilde{Z}_0^i, \tilde{Z}_1^i, \tilde{Z}_2^i, \dots, \tilde{Z}_{T^i}^i)$. Der unsichere Barwert $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ eines Zahlungsstroms \tilde{Z}^i berechnet sich durch die Diskontierung der Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i zum Zeitpunkt $t=0$ mit dem risikolosen Zinssatz r_p^i (jeweils für die Perioden $p \in \mathbb{N}$ mit $1 \leq p \leq T^i$ zwischen den Zeitpunkten $t=p-1$ und $t=p$):

$$\tilde{BW}(\tilde{Z}^i) = \tilde{Z}_0^i + \sum_{t=1}^{T^i} \frac{\tilde{Z}_t^i}{\prod_{p=1}^t (1+r_p^i)}$$

Die Dichtefunktionen $\phi_t^i(\tilde{Z}_t^i)$ seien jeweils für alle unsicheren Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i bekannt. Ebenso seien die jeweiligen Dichtefunktionen $\phi_{\tilde{BW}}^i(\tilde{BW}(\tilde{Z}^i))$ der Barwerte der Einzelgeschäfte i bekannt bzw. können durch Faltung der Verteilungen der zugehörigen Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i unter Berücksichtigung der Korrelationen zwischen den Zahlungsüberschüssen (vgl. [BaDK04]²) ermittelt werden. Der risikolose Zinssatz r_p^i sei anhand von Forward-Rates bekannt.

² [BaDK04] Bamberg, G.; Dorfleitner, G.; Krapp, M.: Zur Bewertung risikobehafteter Zahlungsströme mit intertemporaler Abhängigkeitsstruktur, in: BFuP, 56. Jg., 2004, Heft 2, S. 101-199.

▪ **Zu Annahme A2: Ergänzung zur Definition der Ertragsgröße E^i :**

Es gilt:

$$E^i = V_E(\tilde{Z}^i) = E(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)) = \int_{\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)=-\infty}^{\infty} \varphi_{BW}^i(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)) \cdot \tilde{B}W(\tilde{Z}^i) \cdot dF(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)).$$

mit:

$V_E(\tilde{Z}^i)$: Bewertungsfunktion zur Bestimmung des Erwartungswerts eines unsicheren Barwerts des Zahlungsstroms \tilde{Z}^i als Abbildung des Wahrscheinlichkeitsraums $(\Omega(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)), F(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)), \varphi_{BW}^i(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)) \rightarrow \mathfrak{R})$.

Die (barwertige) Ertragsgröße $E^i \in \mathfrak{R}$ ist skalar und wird in Geldeinheiten ausgedrückt.

▪ **Zu Annahme A3: Ergänzung zur Definition der Risikogröße R^i :**

Es gilt:

$$R^i = V_R(\tilde{Z}^i) = \text{Cov}_{i,U} = \text{Cov}(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i), \tilde{B}W(\tilde{Z}^U)) = \rho_{i,U} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_U$$

mit:

$V_R(\tilde{Z}^i)$: Bewertungsfunktion zur Bestimmung der Kovarianz zwischen dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ und dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$ des Portfolios U der Unternehmung als Abbildung des Wahrscheinlichkeitsraums $(\Omega(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)), F(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)), \varphi_{BW}^i(\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)) \rightarrow \mathfrak{R})$.

$\text{Cov}_{i,U}$: Kovarianz zwischen dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ und dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$, jeweils in $t=0$.

$\rho_{i,U}$: Korrelation zwischen dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ und dem Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$, jeweils in $t=0$.

σ_i : Standardabweichung des Barwerts $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ in $t=0$.

σ_U : Standardabweichung des Barwerts $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$ in $t=0$.

Die (barwertige) Risikogröße $R^i \in \mathfrak{R}$ ist skalar und wird in Geldeinheiten ausgedrückt und kann durch die Berücksichtigung von Korrelationen jeden Wert zwischen $(-\infty, \infty)$ annehmen.

▪ **Zu Annahme A4: Ergänzung zur Definition der hierarchischen Baumstruktur**

Um eine trennscharfe Aggregation von den Einzelgeschäften über Teilportfolios auf unterschiedlichen Aggregationsstufen bis hin zum Portfolio U der Unternehmung zu ermöglichen, wird jeder Knoten $x(A_{k+1})$ der Aggregationsstufe A_{k+1} genau einem Knoten $y(A_k)$ der nächst höheren Aggregationsstufe A_k ($\forall k \in \{1, n-1\}$) eindeutig (durch die Kanten in der hierarchischen Baumstruktur) zugeordnet: So sind die Einzelgeschäfte i (mit $i \subseteq U$) in einem bestimmten Teilportfolio $j(A_{n-1})$ der Unternehmung auf der nächst höheren Aggregationsstufe A_{n-1} enthalten, d.h. es gilt $i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})$. Die Einzelgeschäfte i werden in der hierarchischen Baumstruktur über weiter aggregierte Teilportfolios höherer Aggregationsstufen bis hin zum Portfolio U der Unternehmung zusammengefasst und es gilt $i(A_n) \subseteq j(A_{n-1}) \subseteq \dots \subseteq U(A_1)$.

Anmerkung: Durch die eindeutige Zuordnung über die Kanten einer hierarchischen Baumstruktur (in Form eines balancierten Wurzelbaums) sind die durch die Knoten $x(A_k)$ auf den Aggregationsstufen A_k (mit $k \in \{2, n\}$) repräsentierten Teilportfolios jeweils paarweise disjunkt. Es gilt für jeweils zwei Teilportfolios $x(A_k)$ und $y(A_k)$ einer bestimmten Aggregationsstufe A_k , dass deren Schnittmenge leer ist.

▪ **Zu Annahme A5: Ergänzung zur Definition der multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur**

Jedes Einzelgeschäft i wird in allen betrachteten Dimensionen Dim_d durch jeweils genau eine Kante genau einem Teilportfolio $x(A_{sDim_d}, Dim_d)$ auf der (zweit niedrigsten) Aggregationsstufe A_{sDim_d} zugeordnet (mit $sDim_d$ für die in jeder Dimension spezifische - in der Gesamtbetrachtung der multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur - zweit niedrigste Aggregationsstufe). Die Zuordnung der Einzelgeschäfte erfolgt vollständig und eindeutig für alle Dimensionen. Für die niedrigste Aggregationsstufe A_n der Einzelgeschäfte gilt: $n \geq \max_{Dim_d} (sDim_d) + 1$.

Anmerkung: Durch die eindeutige Zuordnung über die Kanten einer multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur sind die durch die Knoten $x(A_k, Dim_d)$ auf den Aggregationsstufen A_k (mit $k \in \{2, n-1\}$) in einer bestimmten Dimension Dim_d repräsentierten Teilportfolios jeweils paarweise disjunkt. Es gilt für jeweils zwei Teilportfolios $x(A_k, Dim_d)$ und $y(A_k, Dim_d)$ auf einer bestimmten Aggregationsstufe A_k einer bestimmten Dimension Dim_d , dass deren Schnittmenge leer ist.

Anhang 2: Wertadditivität von Ertragsgrößen

Ertragsgrößen E^i als Bewertungsfunktion von unsicheren Zahlungsströmen sind wertadditiv, wenn eine Bewertungsfunktion $E^i = V_E(\tilde{Z}^i)$ existiert, bei deren Anwendung für je zwei Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$) gilt: $E^{i+j} = V_E(\tilde{Z}^{i+j}) = V_E(\tilde{Z}^i) + V_E(\tilde{Z}^j) = E^i + E^j$

Beweis:

Betrachtet werden jeweils zwei beliebige Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$). Wertadditivität gilt für deren Ertragsbewertung E^i und E^j , wenn für die Diskontierung der jeweiligen Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i einheitliche, risikofreie Zinssätze $r_p = r_p^i \forall i$ angewendet werden (erweiterter Beweis nach [FrHa03]):

$$\begin{aligned} E^{i+j} &= V_E(\tilde{Z}^{i+j}) = E(\tilde{Z}_0^{i+j}) + \sum_{t=1}^{\max(T^i, T^j)} \frac{E(\tilde{Z}_t^{i+j})}{\prod_{p=1}^t (1+r_p)} = E(\tilde{Z}_0^i) + \sum_{t=1}^{T^i} \frac{E(\tilde{Z}_t^i)}{\prod_{p=1}^t (1+r_p)} + E(\tilde{Z}_0^j) + \sum_{t=1}^{T^j} \frac{E(\tilde{Z}_t^j)}{\prod_{p=1}^t (1+r_p)} = \\ &= V_E(\tilde{Z}^i) + V_E(\tilde{Z}^j) = E^i + E^j \end{aligned}$$

mit: $E(\tilde{Z}_t^i)$: Erwartungswert des (unsicheren) Zahlungsüberschusses \tilde{Z}_t^i zum Zeitpunkt t .

Anhang 3: Wertadditivität von Risikogrößen

Anhang 3-1: Wertadditivität von Risikogrößen bei Anwendung des Varianz-Kovarianz-Ansatzes

Risikogrößen als Bewertungsfunktion von unsicheren Zahlungsströmen sind wertadditiv, wenn eine Bewertungsfunktion $R^i = V_R(\tilde{Z}^i)$ existiert, bei deren Anwendung für je zwei Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$) gilt:

$$R^{i+j} = V_R(\tilde{Z}^{i+j}) = V_R(\tilde{Z}^i) + V_R(\tilde{Z}^j) = R^i + R^j.$$

Beweis:

Es gilt für jeweils zwei beliebige Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j (mit $i, j \in \{1, I\}$, $i \neq j$) und deren Risikobewertung durch R^i und R^j anhand der Kovarianzen zwischen den Einzelgeschäften i bzw. j und dem Portfolio U der Unternehmung Wertadditivität (vgl. [CoWe88]):

$$\begin{aligned} R^{i+j} = V_R(\tilde{Z}^{i+j}) &= \sum_m \text{Cov}_{i+j,m} = \sum_m (\text{Cov}_{i,m} + \text{Cov}_{j,m}) = \sum_m \text{Cov}_{i,m} + \sum_m \text{Cov}_{j,m} = \\ &= \text{Cov}_{i,U} + \text{Cov}_{j,U} = V_R(\tilde{Z}^i) + V_R(\tilde{Z}^j) = R^i + R^j \end{aligned}$$

mit:

$i, j \in U$: Einzelgeschäfte, welche dem Portfolio U der Unternehmung angehören.

m : Laufvariable (hier: über alle Einzelgeschäfte der Unternehmung).

\tilde{Z}^{i+j} : Aggregierter, unsicherer Zahlungsstrom der Einzelgeschäfte i und j .

Dieser Zusammenhang lässt sich für die Zusammenhänge von zwei beliebigen Aggregationsstufen (wie z. B. Geschäftsbereiche und Unternehmung bzw. Einzelgeschäfte und Geschäftsbereiche) anwenden und gilt unabhängig von der zugrunde liegenden Verteilung der betrachteten Zufallsvariablen.

Anhang 3-2: Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Korrelationen innerhalb einer hierarchischen Baumstruktur

Im Folgenden wird dargestellt, welche Zusammenhänge für die Korrelationen zwischen den unsicheren Barwerten innerhalb einer hierarchischen Baumstruktur bestehen und welche Konsistenzanforderungen an die verwendeten Größen und Parameter eines 4R-

Kennzahlensystem zu stellen sind. Zur Vereinfachung der Beweisführung werde die folgende zusätzliche Annahme A7 getroffen:

Für die Standardabweichungen der Barwerte der Zahlungsströme der Teilportfolios $x(A_k)$ auf den Aggregationsstufen A_k (mit $1 < k \leq n$) gilt: $\sigma_{x(A_k)} > 0 \quad \forall x(A_k)$ mit $1 < k \leq n$.

Durch die Division mit $\sigma_{j(A_{n-1})} > 0$ (nach A7), lässt sich folgender, vereinfachter Zusammenhang für zwei Aggregationsstufen A_{n-1} und A_n darstellen (mit $n \geq 2$):

$$\sigma_{j(A_{n-1})} = \sum_{i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})} (\rho_{i(A_n), j(A_{n-1})} \cdot \sigma_{i(A_n)})$$

mit:

$j(A_{n-1})$: Teilportfolio j auf der Aggregationsstufe A_{n-1} .

$i(A_n)$: Einzelgeschäft i auf der Aggregationsstufe A_n .

$i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})$: Die Einzelgeschäfte $i(A_n)$ sind im Teilportfolio $j(A_{n-1})$ auf der nächst höheren Aggregationsstufe A_{n-1} enthalten.

$\sigma_{j(A_{n-1})}$: Standardabweichung des Barwerts des Zahlungsstroms des Teilportfolios $j(A_{n-1})$.

$\sigma_{i(A_n)}$: Standardabweichung des Barwerts des Zahlungsstroms des Einzelgeschäfts $i(A_n)$.

$\rho_{i(A_n), j(A_{n-1})}$: Korrelation zwischen dem Barwert des Einzelgeschäfts $i(A_n)$ und dem Barwert des Teilportfolios $j(A_{n-1})$.

Bei Betrachtung von drei Aggregationsstufen und Division mit $\sigma_{k(A_{n-2})} > 0$ (mit $n \geq 3$) gilt (nach A7):

$$\begin{aligned} \sigma_{k(A_{n-2})} &= \sum_{j(A_{n-1}) \subseteq k(A_{n-2})} \rho_{j(A_{n-1}), k(A_{n-2})} \cdot \sigma_{j(A_{n-1})} = \\ &= \sum_{j(A_{n-1}) \subseteq k(A_{n-2})} \rho_{j(A_{n-1}), k(A_{n-2})} \cdot \sum_{i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})} (\rho_{i(A_n), j(A_{n-1})} \cdot \sigma_{i(A_n)}) = \\ &= \sum_{j(A_{n-1}) \subseteq k(A_{n-2})} \sum_{i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})} (\rho_{j(A_{n-1}), k(A_{n-2})} \cdot \rho_{i(A_n), j(A_{n-1})} \cdot \sigma_{i(A_n)}) \end{aligned}$$

mit (siehe auch oben):

$k(A_{n-2})$: Portfolio $k(A_{n-2})$ auf der Aggregationsstufe A_{n-2} .

$j(A_{n-1}) \subseteq k(A_{n-2})$: Das Teilportfolio $j(A_{n-1})$ ist dem Portfolio $k(A_{n-2})$ zugeordnet, d.h. die Einzelgeschäfte, die im Teilportfolio j auf der Aggregationsstufe A_{n-1} enthalten sind, sind eine Teilmenge der Einzelgeschäfte, die im Portfolio k auf der nächst höheren Aggregationsstufe A_{n-2} enthalten sind.

$\sigma_{k(A_{n-2})}$: Standardabweichung des Barwerts des Zahlungsstroms des Portfolios $k(A_{n-2})$.

$\rho_{j(A_{n-1}), k(A_{n-2})}$: Korrelation zwischen dem Barwert des Teilportfolios $j(A_{n-1})$ und dem Barwert des Portfolios $k(A_{n-2})$.

Schließlich gilt bei Betrachtung von n Aggregationsstufen (mit $n \in \mathbb{N}$ und $n \geq 2$) gilt (Beweis durch Induktion möglich) und Division mit $\sigma_{U(A_1)} > 0$ (nach A7):

$$\sigma_{U(A_1)} = \sum_{i(A_n)} \rho_{i(A_n), U(A_1)} \cdot \sigma_{i(A_n)} = \underbrace{\sum_{v(A_2) \subseteq U(A_1)} \cdots \sum_{i(A_n) \subseteq j(A_{n-1})}}_{n-1 \text{ Aggregationssummen für die Teilportfolios der Aggregationsstufen von } A_1 \text{ bis } A_n} \underbrace{((\rho_{i(A_n), j(A_{n-1})} \cdots \rho_{v(A_2), U(A_1)}) \cdot \sigma_{i(A_n)})}_{n-1 \text{ Faktoren für die Korrelationen zwischen den Teilportfolios und Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind.}$$

Anhang 3-3: Zusammenhang zwischen der Standardabweichung des Portfolios U der Unternehmung, der beliebiger Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ einer bestimmten Dimension Dim_d sowie der diesen Teilportfolios zugeordneten Einzelgeschäften i

Die Einzelgeschäfte i werden für die jeweils betrachteten Dimensionen Dim_d jeweils (über beliebig viele Aggregationsstufen einer Dimension) jeweils genau einem Teilportfolio $x(A_k, \text{Dim}_d)$ auf der Aggregationsstufen A_k zugeordnet. Die Standardabweichung des Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ lässt sich durch die Summe des Produkts aus der Korrelation zwischen dem jeweiligen Einzelgeschäft $i(A_n)$ (mit $i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_d)$) und dem Teilportfolio $x(A_k, \text{Dim}_d)$ sowie aus der Standardabweichung der Einzelgeschäfte $i(A_n)$ bestimmen:

$$\sigma_{x(A_k, \text{Dim}_d)} = \sum_{i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_d)} (\rho_{i(A_n), x(A_k, \text{Dim}_d)} \cdot \sigma_{i(A_n)})$$

mit:

$\sigma_{x(A_k, \text{Dim}_d)}$: Standardabweichung des Barwerts des Zahlungsstroms des Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$.

$\sigma_{i(A_n)}$: Standardabweichung des Barwerts des Zahlungsstroms des Einzelgeschäfts $i(A_n)$.

$\rho_{i, x(A_k, \text{Dim}_d)}$: Korrelation zwischen dem Barwert des Einzelgeschäfts i und dem Barwert des Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ in der Dimension Dim_d .

Dem Portfolio U der Unternehmung sind - ggf. indirekt über Zwischenaggregationsstufen - die Portfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ zugeordnet. Für die Standardabweichung des Portfolios U der Unternehmung gilt:

$$\sigma_{U(A_1)} = \sum_{x(A_k, \text{Dim}_d)} \rho_{x(A_k, \text{Dim}_d), U(A_1)} \cdot \sigma_{x(A_k, \text{Dim}_d)}$$

Bei Betrachtung zwei beliebiger Dimensionen Dim_e und Dim_f gilt daher für die Standardabweichung des Portfolios U der Unternehmung:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{U(A_1)} &= \sum_{x(A_k, \text{Dim}_e)} \rho_{x(A_k, \text{Dim}_e), U(A_1)} \cdot \sigma_{x(A_k, \text{Dim}_e)} = \\
 &= \sum_{x(A_k, \text{Dim}_e) \subseteq U(A_1)} \rho_{x(A_k, \text{Dim}_e), U(A_1)} \cdot \sum_{i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)} \rho_{i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)} \cdot \sigma_{i(A_n)} = \\
 &= \sum_{x(A_k, \text{Dim}_e) \subseteq U(A_1)} \sum_{i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)} \rho_{x(A_k, \text{Dim}_e), U(A_1)} \cdot \rho_{i(A_n) \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)} \cdot \sigma_{i(A_n)} = \\
 &= \sum_{y(A_o, \text{Dim}_f)} \rho_{y(A_o, \text{Dim}_f), U(A_1)} \cdot \sigma_{y(A_o, \text{Dim}_f)} = \\
 &= \sum_{y(A_o, \text{Dim}_f) \subseteq U(A_1)} \sum_{i(A_n) \subseteq y(A_o, \text{Dim}_f)} \rho_{y(A_o, \text{Dim}_f), U(A_1)} \cdot \rho_{i(A_n) \subseteq y(A_o, \text{Dim}_f)} \cdot \sigma_{i(A_n)} = \\
 &= \sum_{i(A_n)} \rho_{i(A_n), U(A_1)} \cdot \sigma_{i(A_n)}
 \end{aligned}$$

mit:

$i \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)$ und $i \subseteq y(A_o, \text{Dim}_f)$; $e \neq f$; $e, f \in \mathbb{N}$; $1 < k \leq \text{Dim}_e < n$; $1 < o \leq \text{Dim}_f < n$.

Dem Portfolio U der Unternehmung sind die Teilportfolios (hier: $x(A_k, \text{Dim}_e)$ und $y(A_o, \text{Dim}_f)$) in einer jeweils bestimmten Aggregationsstufe einer Dimension zugeordnet.

Anhang 4: Wertadditivität von Wertbeiträgen

Wertbeiträge $W_{BW^*}^i$ als Bewertungsfunktion von unsicheren Zahlungsströmen sind wertadditiv, wenn eine Bewertungsfunktion $W_{BW^*}^i = V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i)$ existiert, bei deren Anwendung für je zwei Zahlungsströme \tilde{Z}^i und \tilde{Z}^j (mit $i, j \in \{1, I\}, i \neq j$) gilt:

$$W_{BW^*}^{i+j} = V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^{i+j}, R_{BW^*}^{i+j}) = V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i) + V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^j, R_{BW^*}^j) = W_{BW^*}^i + W_{BW^*}^j$$

Beweis:

Wertbeiträge - zur Verknüpfung der Ertrags- und Risikogrößen - sind wertadditiv, sofern unternehmensweit einheitliche, konstante Parameter a und b mit $a = a^i = a^U \forall i$ und $b = b^i = b^U \forall i$ in der Integrationsfunktion $V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i)$ für alle Teilportfolios $x(A_k, Dim_d)$ angewendet werden:

$$\begin{aligned} W_{BW^*}^U &= V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^U, R_{BW^*}^U) = a^U \cdot E_{BW^*}^U - b^U \cdot R_{BW^*}^U = a \cdot \sum_i E_{BW^*}^i - b \cdot \sum_i R_{BW^*}^i = \\ &= \sum_i (a^i \cdot E_{BW^*}^i - b^i \cdot R_{BW^*}^i) = \sum_i V_{Int,BW^*}(E_{BW^*}^i, R_{BW^*}^i) = \sum_i W_{BW^*}^i \quad \text{mit } a = a^i = a^U \text{ und } b = b^i = b^U \forall i \end{aligned}$$

Anhang 5: Formalisierung der Konsistenzanforderungen K2 und K3

▪ Zu Konsistenzanforderung K2:

K2a): Die Korrelation $\rho_{i(A_n), U(A_1)}$ zwischen einem Einzelgeschäft $i(A_n)$ und dem Portfolio der Unternehmung $U(A_1)$ entspricht dem Produkt der $n-1$ Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind:

$$\rho_{i(A_n), U(A_1)} = \underbrace{\rho_{i(A_n), j(A_{n-1})} \cdot \dots \cdot \rho_{v(A_2), U(A_1)}}_{n-1 \text{ Faktoren}}$$

$n-1$ Faktoren für die Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen

K2b): Für die Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios unterschiedlicher Aggregationsstufen $1 \leq m < k < n$ muss gelten, dass die Korrelation $\rho_{x(A_{k+1}), y(A_m)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1})$ und einem Portfolio $y(A_m)$ dem Produkt der Korrelationen zwischen den Teilportfolios auf den dazwischen liegenden Aggregationsstufen entspricht, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind:

$$\rho_{x(A_{k+1}), y(A_m)} = \rho_{x(A_{k+1}), j(A_k)} \cdot \dots \cdot \rho_{l(A_{m+1}), y(A_m)}$$

mit $x(A_{k+1}) \subseteq j(A_k) \subseteq \dots \subseteq l(A_{m+1}) \subseteq y(A_m)$

K2c): Für die Standardabweichung $\sigma_{y(A_k)}$ eines Portfolios $y(A_k)$ auf einer beliebigen Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k < n$) muss gelten, dass diese der Summe aus den Produkten der Standardabweichungen $\sigma_{x(A_{k+1})}$ der im Portfolio $y(A_k)$ enthaltenen Teilportfolios $x(A_{k+1})$ und der jeweiligen Korrelationen $\rho_{x(A_{k+1}), y(A_k)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1})$ und dem Portfolio $y(A_k)$ entspricht:

$$\sigma_{y(A_k)} = \sum_{x(A_{k+1}) \subseteq y(A_k)} (\rho_{x(A_{k+1}), y(A_k)} \cdot \sigma_{x(A_{k+1})})$$

▪ **Zu Konsistenzanforderung K3:**

K3a): Unabhängig von der betrachteten Dimension sind folgende Parameter einheitlich zu schätzen, da sie zugleich für alle betrachteten Dimensionen relevant sind:

- die Standardabweichungen σ_i der Einzelgeschäfte i ,
- die Standardabweichung σ_U des Portfolios U der Unternehmung sowie
- die Korrelationen $\rho_{i,U}$ zwischen den Einzelgeschäften i und dem Portfolio U der Unternehmung.

K3b): Bei Betrachtung beliebiger Dimensionen Dim_e und Dim_f gilt: In jeder betrachteten Dimension muss die Korrelation $\rho_{i,U}$ zwischen einem Einzelgeschäft i und dem Portfolio U der Unternehmung jeweils dem Produkt der Korrelationen zwischen den Teilportfolios und den Portfolios auf jeweils benachbarten Aggregationsstufen einer Dimension entsprechen, deren Knoten durch jeweils genau eine Kante verbunden sind:

$$\rho_{i,U} = \rho_{i, x(A_k, \text{Dim}_e)} \cdot \rho_{x(A_k, \text{Dim}_e), U} = \rho_{i, y(A_o, \text{Dim}_f)} \cdot \rho_{y(A_o, \text{Dim}_f), U} \\ \forall i \forall x(A_k, \text{Dim}_e) \forall y(A_o, \text{Dim}_f)$$

mit $i \subseteq x(A_k, \text{Dim}_e)$, $i \subseteq y(A_o, \text{Dim}_f)$; $e \neq f$; $e, f \in \mathbb{N}$; $1 < k \leq \text{Dim}_e < n$; $1 < o \leq \text{Dim}_f < n$; $x(A_k, \text{Dim}_e) \subseteq U$ und $y(A_o, \text{Dim}_f) \subseteq U$.

K3c): Für die Standardabweichung $\sigma_{y(A_k, \text{Dim}_d)}$ eines Portfolios $y(A_k, \text{Dim}_d)$ auf einer beliebigen Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k < n$) einer beliebigen Dimension Dim_d muss gelten, dass diese der Summe aus den Produkte der Standardabweichungen $\sigma_{x(A_{k+1}, \text{Dim}_d)}$ der in $y(A_k, \text{Dim}_d)$ enthaltenen Teilportfolios $x(A_{k+1}, \text{Dim}_d)$ mit den jeweiligen Korrelationen $\rho_{x(A_{k+1}, \text{Dim}_d), y(A_k, \text{Dim}_d)}$ zwischen einem Teilportfolio $x(A_{k+1}, \text{Dim}_d)$ und dem Portfolio $y(A_k, \text{Dim}_d)$ entspricht:

$$\sigma_{y(A_k, \text{Dim}_d)} = \sum_{x(A_{k+1}, \text{Dim}_d) \subseteq y(A_k, \text{Dim}_d)} (\rho_{x(A_{k+1}, \text{Dim}_d), y(A_k, \text{Dim}_d)} \cdot \sigma_{x(A_{k+1}, \text{Dim}_d)})$$

Anhang 6: Berechnungen zum Beispiel in Abbildung II-3, II-5 und II-6

Anhang 6-1: Berechnungen zum Beispiel in Abbildung II-3 (Verteilungsfreie, eindimensionale Aggregation von Ertrags- bzw. Risikogrößen in einer hierarchischen Baumstruktur)

Eine Unternehmung besitze insgesamt fünf Einzelgeschäfte i (mit $i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$), deren Ertrags- bzw. Risikogrößen nach den zwei Produkten P und Q auf $n=3$ Aggregationsstufen (gemäß A1-A4) zum Gesamtertrag und Gesamtrisiko der Unternehmung zusammengefasst werden. Auf der höchsten Aggregationsstufe A_1 ist $U(A_1)$ das Portfolio der Unternehmung, auf der mittleren Aggregationsstufe A_2 seien $P(A_2)$ und $Q(A_2)$ die Teilportfolios zweier unterschiedlicher Produkte der Unternehmung und auf der niedrigsten Aggregationsstufe A_3 stehen $i(A_3)$ für die Einzelgeschäfte i . Die Einzelgeschäfte 1 und 2 sind dem Produkt P zuzuordnen, die Einzelgeschäfte 3, 4 und 5 dem Produkt Q .

Für alle Einzelgeschäfte i seien die unsicheren Zahlungsströme \tilde{Z}^i sowie deren Verteilung bekannt. Gemäß K1 werden die unsicheren Zahlungsüberschüsse \tilde{Z}_t^i mit Hilfe einheitlicher risikoloser Zinssätze r_p für alle Einzelgeschäfte i (mit $r_p = r_p^i \forall i$) diskontiert und man erhält die Barwerte $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$, deren Verteilung bekannt sei bzw. durch Faltung ermittelt werden kann.

1. Ermittlung der Ertragsgröße E^U der Unternehmung und der Ertragsgrößen $E^{P(A_2)}$ und $E^{Q(A_2)}$ der Produkte P und Q

Für die Einzelgeschäfte i liegen - beispielhaft - folgende erwartete Barwerte als Ertragsgrößen E^i vor, welche auf Basis der unsicheren Barwerte $\tilde{BW}(\tilde{Z}^i)$ und deren Verteilungen ermittelt wurden:

i	1	2	3	4	5
$E^i = E(\tilde{BW}(\tilde{Z}^i))$	20	35	5	10	30

Durch wertadditive Aggregation der Ertragsgrößen E^i erhält man die Ertragsgrößen $E^{P(A_2)} = E^1 + E^2 = 55$ bzw. $E^{Q(A_2)} = E^3 + E^4 + E^5 = 45$ der Teilportfolios der Produkte P bzw. Q . Schließlich erhält man daraus die Ertragsgröße des Portfolios U der Unternehmung $E^U = E^{P(A_2)} + E^{Q(A_2)} = 100$.

2. Ermittlung der Risikogröße R^U der Unternehmung und der Risikogrößen $R^{P(A_2)}$ und $R^{Q(A_2)}$ der Produkte P und Q

Zusätzlich seien gegeben:

- Die Standardabweichungen σ_i der Einzelgeschäfte i:

I	1	2	3	4	5
σ_i	12	10	10	5	6,25

- Die Korrelationen $\rho_{i,P(A_2)}$ zwischen den Einzelgeschäften i (mit $i=\{1, 2\}$) und dem Produkt P:

I	1	2
$\rho_{i,P(A_2)}$	0,5	0,4

- Die Korrelationen $\rho_{i,Q(A_2)}$ zwischen den Einzelgeschäften i (mit $i=\{3, 4, 5\}$) und dem Produkt Q:

I	3	4	5
$\rho_{i,Q(A_2)}$	- 0,2	1	0,8

- Die Korrelationen zwischen den Produkten P bzw. Q und dem Portfolio U der Unternehmung:

X	P	Q
$\rho_{X(A_2),U}$	0,6	0,5

Daraus ergibt sich unter Einhaltung der Konsistenzanforderung K2c für die Standardabweichung des

- Teilportfolios P(A₂) des Produkts P: $\sigma_{P(A_2)} = \sigma_1 \cdot \rho_{1,P(A_2)} + \sigma_2 \cdot \rho_{2,P(A_2)} = 10$
- Teilportfolios Q(A₂) des Produkts Q: $\sigma_{Q(A_2)} = \sigma_3 \cdot \rho_{3,Q(A_2)} + \sigma_4 \cdot \rho_{4,Q(A_2)} + \sigma_5 \cdot \rho_{5,Q(A_2)} = 8$
sowie
- Portfolios U der Unternehmung: $\sigma_U = \sigma_{P(A_2)} \cdot \rho_{P(A_2),U} + \sigma_{Q(A_2)} \cdot \rho_{Q(A_2),U} = 10$.

Die Risikogrößen R^i der Einzelgeschäfte i lassen sich unter Einhaltung der Konsistenzanforderungen K2a, K2b und K2c wie folgt bestimmen:

i	1	2	3	4	5
$R^i = \text{Cov}_{i,U} = \rho_{i,x(A_2)} \cdot \rho_{x(A_2),U} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_U$	36	24	-10	25	25

Daher beträgt

- die Risikogröße des Produkts P: $R^{P(A_2)} = \rho_{P(A_2),U} \cdot \sigma_{P(A_2)} \cdot \sigma_U = R^1 + R^2 = 60$,
- der Risikogröße des Produkts Q: $R^{Q(A_2)} = \rho_{Q(A_2),U} \cdot \sigma_{Q(A_2)} \cdot \sigma_U = R^3 + R^4 + R^5 = 40$ und somit
- das Risikogröße der Unternehmung: $R^U = \sigma_U^2 = 100$.

Anhang 6-2: Berechnungen zum Beispiel in Abbildung II-5 (Verteilungsfreie, multidimensionale Aggregation von Ertrags- bzw. Risikogrößen in einer multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur)

In Anhang 6-2 (Abbildung II-5) wird zusätzlich zur Aggregation der Einzelgeschäfte über die Produkte, wie in Anhang 6-1 (Abbildung II-3), eine Aggregation der Einzelgeschäfte über die Kunden der Unternehmung durchgeführt. Gemäß Ergebnis 3 muss eine Aggregation der Ertrags- bzw. der Risikogrößen der Einzelgeschäfte nach Kunden zum gleichen Gesamtertrag bzw. Gesamtrisiko der Unternehmung führen wie eine Aggregation nach Produkten, sofern A1-A5 und K1-K3 erfüllt sind.

Im Folgenden bezeichnet Dim_1 die Dimension der Produkte, Dim_2 die der Kunden. Die Einzelgeschäfte 2 und 3 sind dem Kunden K zuzuordnen, die Einzelgeschäfte 1 und 4 dem Kunden L und das Einzelgeschäft 5 dem Kunden M.

1. Ermittlung der Ertragsgröße E^U der Unternehmung und der Ertragsgrößen $E^{K(A_2, \text{Dim}_2)}$, $E^{L(A_2, \text{Dim}_2)}$ bzw. $E^{M(A_2, \text{Dim}_2)}$ der Kunden K, L bzw. M.

Analog zur Aggregation nach den Produkten P und Q, erhält man durch wertadditive Aggregation der Ertragsgrößen E^i die Ertragsgrößen $E^{K(A_2, \text{Dim}_2)} = E^2 + E^3 = 40$, $E^{L(A_2, \text{Dim}_2)} = E^1 + E^4 = 30$ bzw. $E^{M(A_2, \text{Dim}_2)} = E^5 = 30$ der Kunden K, L bzw. M. Schließlich erhält man daraus die Ertragsgröße der Unternehmung:

$$E^U = E^{K(A_2, \text{Dim}_2)} + E^{L(A_2, \text{Dim}_2)} + E^{M(A_2, \text{Dim}_2)} = 100.$$

2. Ermittlung der Risikogröße R^U der Unternehmung und der Risikogrößen $R^{K(A_2, Dim_2)}$, $R^{L(A_2, Dim_2)}$ bzw. $R^{M(A_2, Dim_2)}$ der Kunden K, L bzw. M.

Zusätzlich seien die Korrelationen zwischen den Kunden K, L bzw. M und dem Portfolio U der Unternehmung gegeben:

Y	K	L	M
$\rho_{y(A_2, Dim_2), U}$	0,5	0,9	0,4

Unter Einhaltung der Konsistenzanforderung K3b werden daher die Korrelationen zwischen den Einzelgeschäften i und den Kunden K, L bzw. M wie folgt bestimmt:

$$\rho_{1,L(A_2, Dim_2)} = \frac{1}{3}, \quad \rho_{2,K(A_2, Dim_2)} = 0,48, \quad \rho_{3,K(A_2, Dim_2)} = -0,2, \quad \rho_{4,L(A_2, Dim_2)} = \frac{5}{9} \quad \text{und} \quad \rho_{5,M(A_2, Dim_2)} = 1.$$

Unter Einhaltung der Konsistenzanforderung K3c berechnen sich die Standardabweichungen nach Kunden wie folgt:

$$\sigma_{K(A_2, Dim_2)} = \rho_{2,K(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_2 + \rho_{3,K(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_3 = 2,8,$$

$$\sigma_{L(A_2, Dim_2)} = \rho_{1,L(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_1 + \rho_{4,L(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_4 = \frac{61}{9} \quad \text{und}$$

$$\sigma_{M(A_2, Dim_2)} = \rho_{5,M(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_5 = 6,25.$$

Somit erhält man die Risikogrößen nach Kunden:

Y	K	L	M
$R^{y(A_2, Dim_2)} = \text{Cov}_{y(A_2, Dim_2), U} = \rho_{y(A_2, Dim_2), U} \cdot \sigma_{y(A_2, Dim_2)} \cdot \sigma_U$	14	61	25

Aggregiert man die Risikogrößen nach Kunden in der Dimension Dim_2, so erhält man für die Risikogröße des Portfolios der Unternehmung das gleiche Ergebnis wie durch die vorherige Aggregation nach Produkten in der Dimension Dim_1 (vgl. Abbildung II-3; Anhang 6-1).

$$R^{U(A_1)} = R^{K(A_2, Dim_2)} + R^{L(A_2, Dim_2)} + R^{M(A_2, Dim_2)} = R^{P(A_2, Dim_1)} + R^{Q(A_2, Dim_1)} = 14 + 61 + 25 = 100.$$

Anhang 6-3: Berechnungen zum Beispiel in Abbildung II-6 (Verknüpfung und Aggregation von Wertbeiträgen in einer multidimensionalen, hierarchischen Baumstruktur)

Aufbauend auf Anhang 6-1 (Abbildung II-3) und Anhang 6-2 (Abbildung II-5) illustriert Anhang 6-3 (Abbildung II-6) die Verknüpfung von Ertrags- und Risikogrößen zu Wertbeiträgen und deren Aggregation über mehrere Aggregationsstufen. Zur Bestimmung von Wertbeiträgen sind Ertrags- bzw. Risikogrößen mit den Parametern a bzw. b einheitlich zu bewerten und anschließend additiv gemäß A6 zu verknüpfen. Für Anhang 6-3 (Abbildung II-6) werde zusätzlich angenommen, dass gemäß A6 die unsicheren Barwerte der Einzelgeschäfte - näherungsweise - normalverteilt sind. Die Unternehmung bewerte jede Ertragsgröße mit $a=1$ und aufgrund ihrer risikoaversen Einstellung jede Risikogröße mit dem Parameter $b = 0,5 > 0$.

So lässt sich der Wert(-beitrag) der Unternehmung: $W_{BW^*}^U = a \cdot E_{BW^*}^U - b \cdot R_{BW^*}^U = 50$ auf Basis der Ergebnisse aus Anhang 6-1 (Abbildung II-3) und Anhang 6-2 (Abbildung II-5) ermitteln.

Für die Wertbeiträge der Produkte P bzw. Q ergeben sich - trotz jeweils unterschiedlicher eingehender Ertrags- bzw. Risikogrößen jeweils die gleichen Wertbeiträge:

- $W_{BW^*}^{P(A_2)} = a \cdot E_{BW^*}^{P(A_2)} - b \cdot R_{BW^*}^{P(A_2)} = 25$ bzw.
- $W_{BW^*}^{Q(A_2)} = a \cdot E_{BW^*}^{Q(A_2)} - b \cdot R_{BW^*}^{Q(A_2)} = 25$.

Für die Wertbeiträge der Kunden K, L bzw. M ergeben sich die Wertbeiträge:

- $W_{BW^*}^{K(A_2, Dim_2)} = a \cdot E_{BW^*}^{K(A_2, Dim_2)} - b \cdot R_{BW^*}^{K(A_2, Dim_2)} = 33$,
- $W_{BW^*}^{L(A_2, Dim_2)} = a \cdot E_{BW^*}^{L(A_2, Dim_2)} - b \cdot R_{BW^*}^{L(A_2, Dim_2)} = -0,5$ bzw.
- $W_{BW^*}^{M(A_2, Dim_2)} = a \cdot E_{BW^*}^{M(A_2, Dim_2)} - b \cdot R_{BW^*}^{M(A_2, Dim_2)} = 17,5$.

Zusätzlich lassen folgende Wertbeiträge $W_{BW^*}^i$ der Einzelgeschäfte i berechnen:

i	1	2	3	4	5
E^i	20	35	5	10	30
R^i	36	24	-10	25	25
$W_{BW^*}^i = a \cdot E_{BW^*}^i - b \cdot R_{BW^*}^i$	2	23	10	-2,5	17,5

Anhang 7: Zusammenhang von Risikogrößen R und Value-at-Risk-Größen als Shortfallrisikomaß

Das Value-at-Risk-Konzept ist ein mögliches Konzept zur Bestimmung der Höhe des Shortfallrisikos der Unternehmung und ein bei Banken und Industrieunternehmungen sehr verbreiteter Ansatz: Der Value-at-Risk (VaR) ist nach [UhAu96]³ definiert als „die in Geldeinheiten gemessene, negative Wertveränderung einer riskanten Vermögensposition, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraums nicht überschritten wird.“ Das Konzept des Value-at-Risk besitzt zwar eine Reihe von Schwächen, wie z. B. der Verletzung der Subadditivitätseigenschaft, die in zahlreichen Beiträgen (z. B. [Szeg02]⁴) bereits diskutiert wurden. Aufgrund seiner regulatorischen Anerkennung bspw. nach KonTraG (für in Deutschland börsennotierte Unternehmungen) bzw. Basel II (für Banken), hat das Value-at-Risk-Konzept dennoch eine große Bedeutung und weite Verbreitung bei Banken und Industrieunternehmungen errungen.

Folgender einfacher Zusammenhang von (barwertigen) Risikogrößen und entsprechenden Value-at-Risk-Größen kann für normalverteilte Barwerte hergestellt werden:

Ist Annahme A6 erfüllt, so sind die unsicheren Barwerte $\tilde{B}W(\tilde{Z}^i)$ der Einzelgeschäfte i der Unternehmung normalverteilt. Daher ist auch der unsichere Barwert $\tilde{B}W(\tilde{Z}^U)$ des Portfolios U der Unternehmung normalverteilt. Der Value-at-Risk $VaR_{1-\gamma, BW}^U = V_{VaR, 1-\gamma, BW}(\tilde{Z}^U)$ des Zahlungsstroms \tilde{Z}^U des Portfolios U der Unternehmung kann für ein bestimmtes Konfidenzniveau $(1-\gamma)$ durch die Multiplikation der Standardabweichung σ_{BW}^U mit dem Quantil q_γ der Normalverteilung ermittelt werden:

$$\text{Es gilt: } VaR_{1-\gamma, BW}^U = q_\gamma \cdot \sigma_{BW}^U$$

mit q_γ : Quantil der Normalverteilung (bspw. $q_{\gamma=1\%} = 2,33$; $q_{\gamma=5\%} = 1,65$)

³ [UhAu96] Uhlir, H./Aussenegg, W.: Value-at-Risk (VaR). Einführung und Methodenüberblick, in: Österreichisches Bankarchiv, 44. Jg., H.11, S. 831-836, 1996.

⁴ [Szeg02] Szegö, G.: Measures of Risk, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 26, 2002, S. 1253-1272.

Zur Ermittlung des Value-at-Risk-Beitrags $\text{VaR}_{1-\gamma, \text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)}$ eines Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ auf einer beliebigen Aggregationsstufe A_k (mit $1 \leq k \leq n$) in einer beliebigen Dimension Dim_d kann dazu folgende Formel herangezogen werden:

$$\text{VaR}_{1-\gamma, \text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)} = q_\gamma \cdot \rho_{x(A_k, \text{Dim}_d), U(A_n), \text{BW}^*} \cdot \sigma_{\text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)} = q_\gamma \cdot \frac{R_{\text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)}}{\sigma_{\text{BW}^*}^U}$$

mit $\rho_{x(A_k), U(A_1), \text{BW}^*}$: Korrelation zwischen dem Barwert des Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ und dem Barwert des Portfolios U der Unternehmung.

Anmerkung: Für andere Verteilungen - als die hier angenommene Normalverteilung - sind aufwendige Simulationen zur Ermittlung der Value-at-Risk-Beiträge durchzuführen.

Analog zu obigen Beweisen für die Risikogrößen $R_{\text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)}$ kann für die Value-at-Risk-Beiträge $\text{VaR}_{1-\gamma, \text{BW}^*}^{x(A_k, \text{Dim}_d)}$ auf beliebigen Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen Wertadditivität nachgewiesen werden, wenn die folgende zusätzliche Konsistenzanforderung K5 erfüllt ist:

Konsistenzanforderung K5: Das Quantil q_γ der Normalverteilung ist einheitlich, d.h. zu einem einheitlich Konfidenzniveau $1-\gamma$, zur Value-at-Risk-Bewertung für alle Teilportfolios $x(A_k, \text{Dim}_d)$ (mit $1 \leq k \leq n$) in hierarchischen Baumstrukturen anzuwenden.

Der Value-at-Risk kann zur Überwachung der Risikotragfähigkeit der Unternehmung dienen und zur Risikolimitierung und internen Eigenkapitalsteuerung eingesetzt werden. Er entspricht als Shortfall-Risikomaß dem KonTraG (vgl. [Huth03]). Auf Basis integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken können wertadditive Value-at-Risk-Größen von Einzelgeschäften, über Teilportfolios bis hin zum Portfolio der Unternehmung als Produkt der jeweiligen Risikogrößen und dem entsprechenden unternehmensweiten Quantil auf einfache Weise generiert werden, wenn die Annahme A6 sowie die Konsistenzanforderung K5 erfüllt sind.

III. Beiträge zum integrierten Management operationeller Risiken

Im Rahmen eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements im Sinne der oben skizzierten Vision von Integrated Enterprise Balancing soll nun der Fokus auf eine Risikoart gerichtet werden: Operationelle Risiken besitzen aufgrund der wachsenden Automatisierung von Prozessen, dem verstärkten Outsourcing von Prozessen sowie durch die Zunahme externer Bedrohungen (u. a. Naturkatastrophen oder terroristische Anschläge) eine gerade in jüngster Zeit stark gestiegene Bedeutung unter den Risikoarten. I. d. R. treten operationelle Risiken als Schadensereignisse selten, jedoch mit großem Ausmaß ein und bedürfen daher spezieller Quantifizierungsmethoden und Steuerungsmodelle.

In diesem Kapitel werden daher drei Beiträge zum integrierten Management operationeller Risiken vorgestellt. Unterkapitel III.1 präsentiert den Beitrag „Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich“. Dieser gibt dem Leser einen Überblick über die vorhandenen Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken und unterbreitet darüber hinaus Empfehlungen für die Auswahl der für bestimmte Einsatzbereiche geeigneten Methoden.

Darüber hinaus präsentiert Unterkapitel III.2 den Beitrag „Ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in IT-unterstützten Bankprozessen“. Vorgestellt wird ein Steuerungsmodell, das den Trade-off zwischen einerseits prozessbezogenen Auszahlungen und andererseits erwarteten Schäden sowie den Opportunitätskosten für deren Eigenkapitalunterlegung funktional abbildet. Ein solches Steuerungsmodell unterstützt Unternehmungen bei Investitions-Entscheidungen und berücksichtigt dabei Nebenbedingungen durch Budgets und Risikolimits.

Unterkapitel III.3 mit dem Beitrag „An Optimization Model for the Management of Security Risks in Banking Companies“ erweitert die Betrachtungen des Modells in Unterkapitel III.2 um die zusätzliche explizite Modellierung des Einsatzes von ex-ante Sicherheitsinvestitionen und ex-post Risikotransferinstrumenten.

Das Kapitel III stellt somit eine Reihe von Ansätzen zur Quantifizierung und Steuerung operationeller Risiken vor.

III.1. Beitrag: „Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich“

Autoren: Ulrich Faisst und Markus Kovacs,
beide Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de und
markus.kovacs@student.uni-augsburg.de,
<http://www.wi-if.de>.

Erschienen in: „Die Bank“, 43, 5, 2003, S. 342 - 349.

Zusammenfassung:

Bei Kreditinstituten stellen operationelle Risiken nach den Kreditrisiken die zweitwichtigste Risikoart dar. Im Gegensatz zu den Kredit- und Marktpreisrisiken hat sich zur Quantifizierung operationeller Risiken bislang noch kein Industriestandard herausgebildet, gleichwohl werden mittlerweile eine ganze Reihe unterschiedlicher Methoden konzipiert und eingesetzt. Dieser Beitrag bietet speziell Risikomanagern bei Kreditinstituten einen Überblick über die vorhandenen Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken und gibt darüber hinaus Empfehlungen für deren Auswahl und Einsatz.

1. Einleitung und Problemstellung

Spektakuläre Beispiele der vergangenen Jahre, wie das der Barings Bank, haben gezeigt, welche existenzbedrohlichen Verluste aus operationellen Risiken erwachsen können.¹ So hat sich das „Basel Committee on Banking Supervision“, im Zuge von Basel II ebenfalls der Definition operationeller Risiken und deren Eigenkapitalunterlegung zugewandt.^{2-3,4} Operationelle Risiken bezeichnen dabei Risiken, die von internen Prozessen, Mitarbeitern, Systeme-

¹ Erläuterungen und weitere Beispiele vgl. z. B. (Marshall, 2001), (Piaz, 2001), (van den Brink, 2000).

² Das „Basel Committee on Banking Supervision“ ist die Kommission der internationalen Bankenaufsichten, die sich regelmäßig in der Bank of International Settlements zu Beratungen über Basel II trifft.

³ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A), (Basel Committee on Banking Supervision, 2001B).

⁴ Zur Verbesserung der Risikotransparenz müssen ab 2007 operationelle Risiken mit Eigenkapital unterlegt werden. Geplant ist, dass ca. 12 % der Gesamteigenkapitalunterlegung zukünftig auf operationelle Risiken entfallen soll.

men sowie von externen Ereignissen ausgehen.⁵ Spätestens ab 2007 müssen diese mit regulatorischem Eigenkapital unterlegt werden.

Zur Bemessung des für operationelle Risiken zu unterlegenden, regulatorischen Eigenkapitals stehen mittlerweile fünf verschiedene Ansätze zur Verfügung, die von einfachen, faktor-basierten Ansätzen bis hin zu stochastischen Verlustverteilungs-Modellen reichen. Über diese regulatorischen Ansätze hinaus wurden weitere Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken wie bspw. Befragungstechniken oder Kausal-Methoden entwickelt. Diese sind für weitergehende Analysen, wie bspw. der Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Ketten, konzipiert. Als Einsatzbereiche für Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken kommen z. B. die Bestimmung der regulatorischen Eigenkapitalunterlegung, die Gesamtbanksteuerung bzw. die Risiko-Optimierung einzelner Prozesse und Systeme in Frage.

Die Methoden unterscheiden sich dabei nicht nur in ihrer Funktion bzw. regulatorischen Anerkennung, sondern auch in ihrer Vorgehensweise und der benötigten Datengrundlage. Darüber hinaus unterscheiden sich diese u. a. in der Risikosensitivität der erzielten Ergebnisse. Risikomanager stehen vor dem Problem, die jeweils geeignete Methode für unterschiedliche Einsatzbereiche auszuwählen. Im Rahmen dieses Beitrags werden die zur Quantifizierung operationeller Risiken diskutierten Methoden bewertet sowie Empfehlungen für deren Einsatz gegeben.

2. Überblick über die Methoden

Die Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken lassen sich auf unterschiedliche Weise systematisieren.⁶ Im Rahmen dieses Beitrags werden die Methoden in die folgenden vier Methodengruppen eingeteilt:

- Befragungstechniken
- Indikator-Ansätze
- Stochastische Methoden
- Kausal-Methoden

Vertreter der jeweiligen Methodengruppe besitzen dabei jeweils die gleichen bzw. sehr ähnliche Eigenschaften.

⁵ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A).

⁶ So wird nicht nur zwischen regulatorischen und nicht-regulatorischen Ansätzen, sondern auch zwischen Top-down- und Bottom-up-Ansätzen unterschieden. Ebenso werden qualitativen und quantitativen Methoden getrennt betrachtet. Kriterium für diese Klassifikationen ist jeweils das Herausgreifen eines Charakteristikums.

Befragungstechniken:

Unter Befragungstechniken fallen z. B. Experten-Interviews sowie Self-Assessments der verantwortlichen Mitarbeiter. Dabei wird anhand von strukturierten Fragebögen oder Management-Workshops versucht, operationelle Risiken zu identifizieren und zu quantifizieren.⁷ Anhand von qualitativen Fragen, wie bspw. *„Gilt ein allgemeines Notfallkonzept, in dem die Verantwortlichkeiten und das Kommunikationsverfahren geregelt sind?“* werden indirekt Rückschlüsse auf die im Schadensfall (hier: Notfall) zu erwartende Höhe der direkten und indirekten Auswirkungen operationeller Risiken gezogen. Neben der Erfassung und Quantifizierung operationeller Risiken soll mit Befragungstechniken auch die Aufmerksamkeit des Managements für diese Risikoart erhöht werden.⁸

Indikator-Ansätze:

Indikator-Ansätze zeichnen sich dadurch aus, dass eine bestimmte Kennzahl (einfache Indikator-Ansätze) bzw. ein Kennzahlensystem (Key-Indikator-Ansätze) ausgewählt wird, anhand dessen das bestehende operationelle Risiko (indirekt) bestimmt wird. Dabei werden einerseits auf Basis empirischer Untersuchungen und andererseits auf Basis von Expertenmeinungen Indikatoren gewählt, für die ein Zusammenhang mit der Höhe operationeller Risiken vermutet wird.

Als Beispiel eines einfachen Indikator-Ansatzes ist der sogenannte Basis-Indikator-Ansatz⁹ (Basel II) zu nennen, bei dem der Bruttoertrag einer Bank als Exposure Indikator (EI) mit einem Faktor α multipliziert wird (siehe Abbildung III.1-1). Die Kalibrierung des Faktors α wurde auf Basis von empirischen Untersuchungen vorgenommen, unter Berücksichtigung von Sicherheitszuschlägen.¹⁰

Basis Indikator-Ansatz (BIA):

$$K = \alpha \cdot EI$$

K: Höhe des zu unterlegenden Eigenkapitals

α : Regulatorisch festgelegter Prozentsatz (diskutiert wird ein α zwischen 17% und 20%)

EI: Exposure Indikator: hier Bruttoertrag

Abbildung III.1-1: Berechnungsformel Basis Indikator-Ansatz (BIA)

⁷ Vgl. (van den Brink, 2000, S. 37).

⁸ Vgl. (BBA/ ISDA/ RMA, 1999, S. 56).

⁹ Einer der Ansätze nach Basel II.

¹⁰ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A) bzw. (Basel Committee on Banking Supervision, 2002).

Bei den Key-Indikator-Ansätzen werden ganze Kennzahlensysteme aus einzelnen Indikatoren betrachtet. Diese Kennzahlensysteme bestehen bspw. aus in der Vergangenheit eingetretenen Schäden sowie unternehmensspezifischen Risikotreibern wie bspw. die Ausfallzeit von Systemen, die Mitarbeiterfluktuation, der Mitarbeiterloyalitätsindex oder die Anzahl der abgewickelten Transaktionen.¹¹ Zusammengeführt werden diese Kennzahlen dann z. B. im Rahmen einer Scorecard für operationelle Risiken.

Stochastische Methoden:

Stochastische Methoden benutzen statistische Verteilungsfunktionen zur Schätzung der Höhe operationeller Risiken. Ein Vertreter dieser Methodengruppe ist der operational Value-at-Risk.¹² Dieser Ansatz beruht auf dem für Marktrisiken Anfang der 90er Jahre entwickelten Value-at-Risk-Ansatz.¹³ Dabei werden anhand von historischen Schadensdaten bezüglich der Häufigkeit und Schwere von eingetretenen Verlusten, mit Hilfe von Simulationen, Prognosen für zukünftige Ereignisse sowie die Höhe erwarteter und unerwarteter Verluste getroffen.^{14,15} Zur Vorgehensweise bei der Berechnung vgl. bspw. die Ausführungen bei (Cruz, 2002, S.103).

Kausal-Methoden:

Untersucht werden bei Kausal-Methoden speziell Zusammenhänge zwischen Risikoquellen bzw. -treibern und den daraus resultierenden Schäden unter Zuhilfenahme statistischer Methoden, wie bspw. Bayesscher Belief Netzwerke. Das Besondere an Bayesschen Netzen ist, dass in einem stochastischen Modell objektive historische Daten (Ereignisse in der Vergangenheit) mit subjektiven Einschätzungen (für Ereignisse in der Zukunft) verknüpft werden.¹⁶

Abbildung III.1-2 gibt einen Überblick über die Vielfalt der vorhandenen Methoden, gruppiert nach den vorgestellten Methodengruppen:

¹¹ Vgl. (Marshall, 2001, S. 105).

¹² Dieses Konzept basiert auf dem Value-at-Risk-Ansatz, der sich bereits zur Quantifizierung von Kredit- und Marktrisiken etabliert hat. In ähnlicher Form wird dieses auch auf operationelle Risiken übertragen bzw. angewendet.

¹³ Vgl. (Cruz, 2002, S.103).

¹⁴ Im Unterschied zu Marktpreisrisiken kann dabei nur von diskreten Verteilungen bestimmter Ereignisse ausgegangen werden. Ebenso kann bei operationellen Risiken nicht von einer Normalverteilungsannahme, sondern vielmehr von links-schiefen Verteilungen ausgegangen werden.

¹⁵ Zur Simulation von Value-at-Risk vgl. u. a. (Brandt et al., 1998).

¹⁶ Vgl. (Cruz, 2002, S. 167).

Befragungstechniken: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experten-Interviews¹⁷ ▪ Self Assessments¹⁸ 	Indikator-Ansätze: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einfache Indikatoren-Ansätze <ul style="list-style-type: none"> - Basis Indikator-Ansatz (Basel II)¹⁹ - Standard-Ansatz (Basel II)²⁰ - Internal Measurement-Ansatz (Basel II)²¹ - Ausgaben-Ansatz²² - Einnahmen-Ansatz²³ - CAPM-Ansatz²⁴ ▪ Key Indikator-Ansätze <ul style="list-style-type: none"> - Key Performance Indikatoren²⁵ - Key Risk Indikatoren²⁶ - Scorecard-Ansatz (Basel II)²⁷
Stochastische Methoden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlust-Verteilungsansatz (Basel II) bzw. Operational Value-at-Risk²⁸ ▪ Extremwert-Theorie²⁹ 	Kausal-Methoden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bayessche Belief Netzwerke³⁰ ▪ Delta-Methode³¹ ▪ Neuronale Netze³²

Abbildung III.1-2: Überblick über die Methoden

Im Rahmen von Basel II sind für die Quantifizierung operationeller Risiken nur Indikator-Ansätze (wie der Basis-Indikator-, der Standard-, der Internal Measurement und der Score-

¹⁷ Vgl. (Piaz, 2001, S. 83).

¹⁸ Vgl. (Piaz, 2001, S. 84).

¹⁹ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A).

²⁰ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A).

²¹ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A).

²² Vgl. (Marshall, 2001, S.102).

²³ Vgl. (Piaz, 2001, S. 111).

²⁴ Vgl. (Beeck, H. et al., 2000, S. 660).

²⁵ Vgl. (Piaz, 2001, S. 125 ff.).

²⁶ Vgl. (Piaz, 2001, S. 125 ff.).

²⁷ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A).

²⁸ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A) und (Cruz, 2002, S.101 ff.).

²⁹ Vgl. (Cruz, 2002, S. 63).

³⁰ Vgl. (Gemela, 2001, S. 1).

³¹ Vgl. (King, 2000, S. 73).

³² Vgl. (Cruz, 2002, S. 163).

card-Ansatz) sowie stochastische Methoden (Verlustverteilungs-Ansatz) vorgesehen. Alle übrigen Methoden können darüber hinaus für weitergehende Analysen eingesetzt werden.

3. Klassifikation

Um die einzelnen Methodengruppen weiter zu systematisieren, werden diese im Folgenden anhand eines Morphologischen Kastens in Abbildung III.1-3 klassifiziert. Dieser Morphologische Kasten enthält eine Sammlung von in der Literatur diskutierten allgemeinen Merkmalen der vorgestellten Methodengruppen. Die Merkmale des Morphologischen Kastens sowie deren jeweilige Ausprägungen werden im Folgenden kurz erläutert.

3.1. Merkmale der Methoden

Zunächst einmal können die Methoden nach der Art der Modellierung unterschieden werden: Top-down-Methoden setzen auf einer Gesamtbank-Ebene (bspw. anhand einer speziellen Unternehmens-Kennzahl) an, während Bottom-up-Ansätze, von der untersten Ebene der Schadens-Ereignisse ausgehend, die ermittelten Werte anschließend bis hin zur Gesamtbank-Ebene aggregieren.³³ Das Untersuchungsobjekt, auf das sich eine Methode bezieht, stellt ein weiteres Merkmal dar. Hierbei können entweder das ganze Unternehmen, einzelne Geschäftsbereiche oder einzelne Risikokategorien³⁴ betrachtet werden. Durch die Nutzung von entweder quantitativen oder qualitativen Daten differenzieren sich die Methoden ebenfalls. Ebenso lassen sich Methoden in der zeitlichen Perspektive in ex-post (historische) und ex-ante (geschätzte) Daten unterscheiden. Die Methoden lassen sich zudem für die regulatorische Eigenkapitalunterlegung bzw. für die Allokation von internem ökonomischem Eigenkapital einsetzen. Die regulatorische Eigenkapitalunterlegung bezieht sich dabei auf das Eigenkapital, welches aufgrund aufsichtsrechtlicher Bestimmungen im Rahmen von Basel II von den Banken unterlegt werden muss, während das interne ökonomische Eigenkapital sich auf das aufgrund bankinterner Methoden für die einzelnen Risikoarten vorgesehene Eigenkapital bezieht.³⁵

Zur besseren Übersicht werden die Merkmale mit ihren wechselseitig trennscharfen Merkmals-Ausprägungen in Abbildung III.1-3 dargestellt.

³³ Vgl. (Beeck, H. et al., 2000, S. 659 ff.) und (van den Brink, 2000, S. 41).

³⁴ Wie Mitarbeiter, Prozesse, Systeme oder externe Ereignisse.

³⁵ Vgl. (Deutsche Bundesbank 2002, S.43).

Merkmale	Merkmals-Ausprägungen		
Art der Modellierung	Top-down		Bottom-up
Untersuchungsobjekt	Unternehmen	Geschäftsbereiche	Risikokategorien
Art der verwendeten Daten	Quantitativ		Qualitativ
Zeitlicher Bezugsrahmen der Daten	Ex-ante (geschätzt)		Ex-post (historisch)
Art der Eigenkapital-Allokation	Regulatorisches Eigenkapital		Internes ökonomisches Eigenkapital

Abbildung III.1-3: Morphologischer Kasten zur Klassifikation der Methodengruppen

3.2. Klassifikation der Methoden mit einem Morphologischen Kasten

Unter Verwendung dieser Merkmale werden die bereits dargestellten Methodengruppen klassifiziert. Zusammenfassend zeigt Abbildung III.1-4 die vorgenommene Klassifikation der Methodengruppen anhand ihrer Merkmale und deren Ausprägungen.

	Befragungs- techniken	Indikator- Ansätze	Stochastische Methoden	Kausal- Methoden
Art der Modellierung	Bottom- up	Top-down	Bottom-up	Bottom-up
Untersuchungsobjekt	Geschäfts- bereiche	Unternehmen oder Geschäfts- bereiche	Unternehmen, Geschäfts- Bereiche oder Risikokategorien	Risikokategorien
Art der verwendeten Daten	Qualitativ	Quantitativ	Quantitativ	Quantitativ
Zeitlicher Bezugsrahmen der Daten	Ex-ante (ge- schätzt) oder ex- post (historisch)	Ex-post (historisch)	Ex-ante (ge- schätzt) oder ex- post (historisch)	Ex-ante (ge- schätzt) oder ex- post (historisch)
Art der Eigenkapital-Allokation	Internes ökonomisches Eigenkapital	Regulatorisches oder internes ökonomisches Eigenkapital	Regulatorisches oder internes ökonomisches Eigenkapital	Internes ökonomisches Eigenkapital

Abbildung III.1-4: Klassifikation der Methodengruppen

Diese Klassifikation systematisiert die vorhandenen Methodengruppen zur Quantifizierung operationeller Risiken. Sie bildet somit die Grundlage für die im folgenden Kapitel durchgeführte Bewertung der Methoden. Zusätzlich kann sie auch dazu benutzt werden, neu entwickelte Methoden einzuordnen.

4. Bewertung

Zur Durchführung der Bewertung wird zunächst eine einheitliche Bewertungsgrundlage anhand eines Kriterienkatalogs definiert. Anhand dieses Kriterienkatalogs werden dann die vorgestellten Methodengruppen bewertet.

4.1. Auswahl der Bewertungskriterien

Aus der vergleichenden Betrachtung der im Rahmen von Basel II vorgestellten Ansätze lassen sich die Kriterien Datenanforderungen, Umsetzungsaufwand sowie Höhe der Eigenkapitalunterlegung gewinnen: Nach umfangreichen Konsultationen sieht Basel II fünf verschiedene Ansätze vor, die sich in ihren Anforderungen an Prozesse und Systeme sowie der resultierenden Eigenkapitalunterlegung unterscheiden.³⁶

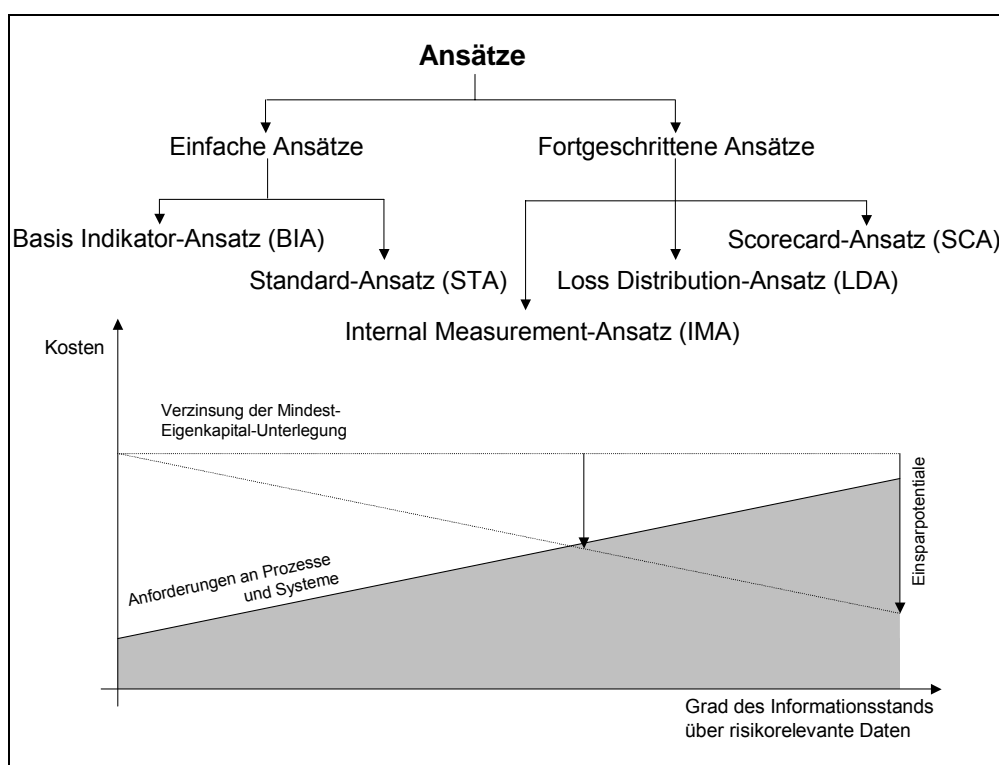


Abbildung III.1-5: Eigenkapitalunterlegung und Anforderungen an Prozesse und Systeme der Basel II-Ansätze

³⁶ Vgl. (Boos, et al., 2001, S.549f.).

Abbildung III.1-5 zeigt, dass die Anforderungen an Prozesse und Systeme bei den einfacheren Ansätzen (BIA, STA) verglichen mit den fortgeschrittenen Ansätzen (IMA, LDA, SCA) niedriger sind.³⁷ Mit zunehmendem Detaillierungsgrad der Methoden bzw. des Informationsstandes nehmen die Datenanforderungen sowie der generelle Umsetzungsaufwand zu. Gleichzeitig sinkt jedoch tendenziell die Höhe des zu hinterlegenden Eigenkapitals.³⁸ Bei der Auswahl des regulatorischen Ansatzes besteht daher ein Optimierungsproblem aus Datenanforderungen, Umsetzungsaufwand und Verzinsung der Eigenkapitalunterlegung operationeller Risiken.

Darüber hinaus sollten die Methoden dazu beitragen, Risikoquellen und -treiber zu identifizieren bzw. die Risikotransparenz zu erhöhen, was die Risikosensitivität der Methoden voraussetzt. Zusätzlich sollten Schnittstellen zu anderen Risiko-Quantifizierungs-Methoden vorhanden sein, um so die Integration operationeller Risiken in die Gesamtbanksteuerung zu ermöglichen.

Folgende Kriterien sollten daher zur Bewertung herangezogen werden:

- Datenanforderung (buchhalterische Größen / Daten über Risikotreiber / Erfahrungswerte / historische Schadens-Daten)
- Umsetzungsaufwand³⁹ (niedrig / mittel / hoch)
- Resultierende regulatorische Eigenkapitalunterlegung (gering / mittel / hoch / nicht anwendbar)
- Risikosensitivität (vorhanden / nicht vorhanden)
- Schnittstellen zu anderen Methoden (vorhanden / nicht vorhanden)

In Klammern stehen die möglichen Ausprägungen der Bewertung in den einzelnen Kriterien.

4.2. Bewertung der Methodengruppen

Anhand der genannten Bewertungs-Kriterien werden im Folgenden die einzelnen Methodengruppen bewertet und verglichen. Eine Gewichtung der einzelnen Kriterien hängt vom jeweiligen Einsatzgebiet der Methoden ab.

Befragungstechniken

Der Umsetzungsaufwand und die Datenanforderungen für die Methoden aus diesem Bereich können als vergleichsweise niedrig eingestuft werden, da über die Konzeption von Befra-

³⁷ Vgl. (Faisst et. al, 2002).

³⁸ (implizite Annahme: es liegt in der Tat ein geringeres Risiko vor, als bei der Ermittlung durch einfache Ansätze berechnet werden würde, was wiederum bedeutet, dass die Anwendung eines fortgeschrittenen Ansatzes zu einer Einsparung führen würde).

³⁹ Vgl. (Piaz, 2001, S. 105).

gungen und deren Auswertung hinaus keine weiteren, aufwendigen Maßnahmen notwendig sind. Zur Bemessung der Höhe der regulatorischen Eigenkapitalunterlegung sind diese Methoden nicht geeignet. Die Risikosensitivität der Befragungen hängt davon ab, inwieweit die gestellten Fragen dazu beitragen können, Risiken zu identifizieren.⁴⁰ Schnittstellen zu anderen Methoden bestehen keine.

Indikator-Ansätze

Generell besteht beim Einsatz von Indikator-Ansätzen die Gefahr, dass die leitenden Mitarbeiter sich zu sehr auf die Symptome bzw. Kennzahlen operationeller Risiken konzentrieren und weniger auf deren tatsächliche Ursachen.⁴¹ Bei Indikator-Ansätzen wird im Weiteren zwischen einfachen Indikator-Ansätzen, bei denen nur ein Indikator betrachtet wird und Key-Indikator-Ansätzen unterschieden, die mehrere Indikatoren in einem Kennzahlensystem berücksichtigen. Diese Trennung ist notwendig, da die Bewertung in den einzelnen Kriterien unterschiedlich ausfällt.

Einfache Indikator-Ansätze

Beispielsweise ist der oben skizzierte Basis Indikator-Ansatz mit verhältnismäßig niedrigem Umsetzungsaufwand anwendbar, zugleich ist aber mit einer tendenziell höheren Eigenkapitalunterlegung zu rechnen. Dennoch handelt es sich bei den verwendeten Indikatoren meist nur um reine Größenindikatoren, wie bspw. der Bruttoertrag beim BIA. Bislang fehlen jedoch empirische Untersuchungen, die den Nachweis eines Zusammenhangs zwischen operationellen Risiken und derartigen Größenindikatoren erbringen. Diese Ansätze sind aufgrund ihrer fehlenden Risikosensitivität sowie der daraus resultierenden kontraproduktiven Steuerungsanreize in Frage zu stellen.⁴² Aufgrund der fehlenden Risikosensitivität sind diese auch nicht zur Bestimmung von Risikoquellen und -treibern geeignet. Schnittstellen zu anderen Risikoquantifizierungsmethoden bestehen auch hier keine.

Key Indikator-Ansätze

Der Umsetzungsaufwand sowie die Datenanforderungen sind hier im Vergleich zu einfachen Indikator-Ansätzen höher, allein schon durch die Tatsache, dass mehrere Indikatoren in die Betrachtungsweise miteinbezogen werden. Die resultierende Eigenkapitalunterlegung ist bei Einsatz des STA, IMA und SCA tendenziell niedriger als bei Einsatz des BIA. Die Risikosensitivität der Key Indikator-Ansätze hängt im einzelnen davon ab, inwieweit die gewählten Indikatoren Risikotreiber widerspiegeln. Speziell bei Verwendung des SCA ist dies eine Vor-

⁴⁰ Vgl. (Piaz, 2001, S. 90).

⁴¹ Vgl. (Marshall, 2001, S. 106).

⁴² Vgl. (Boos et al., 2001, 553).

aussetzung für deren regulatorische Anerkennung.⁴³ Scorecard-Ansätze und ihre Indikatoren lassen sich leicht in eine Gesamtbanksteuerung auf Basis der Balanced Scorecard integrieren.⁴⁴

Stochastische Methoden

Der höchste Umsetzungsaufwand ist bei stochastischen Methoden notwendig, da diese die Erfassung einer großen Anzahl historischer Daten erfordert. Die Verwendung stochastischer Methoden, wie dem Loss-Distribution-Approach basierend auf dem operational Value-at-Risk, eröffnet für die Banken die Chance, ihre regulatorische Eigenkapitalunterlegung tendenziell zu senken.⁴⁵ Die erhobenen historischen Daten können dazu verwendet werden, Ursache-Wirkungs-Analysen der Risikoquellen und Treiber darüber hinaus zu betreiben (Risikosensitivität vorhanden). Die Integration mit anderen Risiko-Quantifizierungs-Methoden für andere Risikoarten ist bei Verwendung des operational Value-at-Risk möglich, wie (Buhr, 2000) für Kredit-, Marktpreis- und operationelle Risiken für die Gesamtbanksteuerung beschrieben hat.

Kausal-Methoden

Aufgrund des hohen Umsetzungsaufwands erscheint der Einsatz von Kausal-Methoden auf Gesamtbank-Ebene nahezu ausgeschlossen. Daher wurden bislang auch keine Überlegungen angestrengt, diese zur Ermittlung der regulatorischen Eigenkapitalunterlegung heranzuziehen. Bei Vorliegen entsprechender Daten können mit Hilfe von Kausal-Methoden, wie Neuronalen Netzen, Modelle konstruiert werden, die dazu geeignet sind, bestehende Risikoquellen und -treiber selbständig aufzudecken sowie empirisch zu überprüfen.⁴⁶ Schnittstellen zu anderen Risiko-Quantifizierungs-Methoden sind nicht vorhanden bzw. bekannt.⁴⁷ Der Einbezug von subjektiven Einschätzungen ist besonders dann hilfreich, wenn noch keine ausreichende Menge an relevanten Daten vorhanden ist.⁴⁸

⁴³ Vgl. (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A) und (Basel Committee on Banking Supervision, 2001B).

⁴⁴ Vgl. (Marshall, 2001, S. 106).

⁴⁵ Vgl. (Faisst et al., 2002).

⁴⁶ Vgl. (King, 2001).

⁴⁷ Vgl. (Cruz, 2002).

⁴⁸ Vgl. (Cruz, 2002, S. 178: „tries to optimize the utilization of the data available with some prior opinion on the behavior of the parameters and the state of the problem.“).

Abbildung III.1-6 fasst die Ergebnisse der Diskussion zur Bewertung der Methoden zusammen.

	Befragungs- techniken	Indikator- Ansätze		Stochas- tische Me- thoden	Kausal- Methoden
		Einfache-	Key-		
Umsetzungsaufwand	niedrig	niedrig/ mittel	mittel/ hoch	hoch	hoch
Datenanforderungen	Erfahrungswerte	Buchhalterische Größen	Historische Schadens-Daten und Daten über Risikotreiber	Historische Schadens-Daten	Erfahrungswerte, historischer Schadens-Daten und Daten über Risikotreiber
Resultierende regulatorische Eigenkapitalunterlegung	nicht anwendbar	hoch	Niedrig bis mittel (Unterlegung kann reduziert werden)	Niedrig bis mittel (Unterlegung kann reduziert werden)	nicht anwendbar
Risikosensitivität	vorhanden, (nur qualitativer Art)	keine Risikosensitivität	vorhanden, (abhängig von ausgewählten Indikatoren)	vorhanden	vorhanden, (nur auf einzelne Kategorien anwendbar)
Schnittstellen zu anderen Methoden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden

Abbildung III.1-6: Bewertung der Methodengruppen

4.3. Grenzen der Methoden

Die Grenzen der vorgestellten Methoden liegen u. a. in der Entdeckung operationeller Risiken. Gerade stochastische sowie kausale Methoden gehen von einer 100% Entdeckungswahrscheinlichkeit bestehender Risiken aus.⁴⁹ In der Praxis zeigt sich jedoch häufig, dass gerade die Identifikation seltener Ereignisse mit verhältnismäßig großem Ausmaß schwierig ist. Bei der Quantifizierung der Höhe operationeller Risiken sollte die Tatsache berücksichtigt werden, dass eine 100%ige Entdeckungswahrscheinlichkeit beinahe unmöglich ist. In-

⁴⁹ Vgl. (Piaz, 2001, S. 52f.).

samt zeigt sich jedoch beim Einsatz der Methoden zudem ein Trade-off zwischen Risikomanagement-Aufwand und potenziellen Auswirkungen unentdeckter Risiken.

Weitere generelle Grenzen der Methoden bestehen darüber hinaus hinsichtlich der Aggregation operationeller Risiken mit anderen Risikoarten, wie den Kredit- und Marktpreisrisiken im Rahmen der Gesamtbanksteuerung. Dies ist bislang methodisch gesehen zwar beim operational Value-at-Risk möglich, jedoch fehlen der Praxis hierzu in vielen Fällen historische Daten über die Korrelation der verschiedenen Risikoarten.

5. Einsatzbereiche und Anwendbarkeit der Methoden

Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken werden u. a. in den folgenden Einsatzbereichen benötigt sowie in vielen Fällen auch schon verwendet:

- *Gesamtbank*
- *Geschäftsbereiche*
- *Einzelne Kategorien operationeller Risiken*

Die Anwendbarkeit der vorgestellten Methoden für diese Einsatzbereich wird im Folgenden diskutiert.

Gesamtbank

Der sinnvolle Einsatz der Methoden auf Gesamtbank-Ebene hängt im wesentlichen von der Größe der Bank ab. Bei kleineren Banken ist der Umsetzungsaufwand stochastischer Methoden unverhältnismäßig hoch. Darüber hinaus fallen gerade bei kleineren Banken die entsprechenden historischen Schadens-Daten nicht in ausreichender Zahl an. Bei kleineren Banken sollten daher auf einfache Indikator-Ansätze zurückgegriffen werden.

Stochastische Methoden, insbesondere der operational Value-at-Risk ist für mittlere bis größere Banken eine wichtige Methode zur Quantifizierung und zur (regulatorischen und internen) Eigenkapital-Allokation für operationelle Risiken. Die Berechnung der statistischen Kennzahlen bedarf jedoch entsprechend großer Datenhistorien. Darüber hinaus sollten die dabei gewonnenen Kennzahlen und die dahinter liegenden Annahmen für die Beteiligten transparent gemacht werden, damit Risikoüberlegungen auch in Entscheidungen eingehen können.⁵⁰ Einige Stochastische Ansätze, wie der operational Value-at-Risk sowie einige Key-

⁵⁰ Vgl. dazu (Anders, 2001), der die fehlende Transparenz des operational Value-at-Risk kritisiert.

Indikator-Ansätze wie die Scorecard⁵¹ können darüber hinaus in die Gesamtbanksteuerung integriert werden.⁵²

Aufgrund der qualitativen Vorgehensweise sollten Befragungstechniken nur dann eingesetzt werden, wenn keine quantitativen Daten und damit auch keine andere Methoden zur Verfügung stehen.⁵³ Insbesondere bei technologischen oder organisatorischen Strukturbrüchen können kaum historische Daten vorhanden sein.⁵⁴ Befragungstechniken können gerade dann zusätzliche Informationen zur besseren Beurteilung der Situation liefern. Der alleinige Einsatz von Befragungstechniken kann kaum auf Gesamtbank-Ebene zu sinnvollen Ergebnissen führen, da sich entsprechende Aggregationsvorschriften aus einem qualitativen Fragenkatalog nur schwerlich ableiten lassen. Zu dem bestehen bei den in der Praxis häufig durchgeführten Self-Assessments erhebliche Agency-Probleme.

Die Anwendung von Kausal-Methoden ist auf Gesamtbank-Ebene aufgrund des hohen Komplexitätsgrades der Einflussgrößen und des Implementierungsaufwands nur schwerlich möglich. Dagegen eignen sich derartige Methoden zur Quantifizierung und zur weiteren Analyse besonders risikoreicher Geschäftsbereiche bzw. Prozesse und Systeme.⁵⁵

Funktionale Geschäftsbereiche

Befragungstechniken, speziell Self-Assessment-Befragungen, können dazu eingesetzt werden, um das Management der Geschäftsbereiche für operationelle Risiken zu sensibilisieren sowie aus den Antworten Anhaltspunkte über die Höhe operationeller Risiken sowie deren Management in den Geschäftsbereichen zu erzielen.

Einfache Indikator-Ansätze, die nur einen regulatorischen Wert messen, eignen sich nur bedingt zur adäquaten Messung operationeller Risiken.⁵⁶ Besser geeignet sind Key Risk-Indikator- bzw. Scorecard-Ansätze, sofern diese nachgewiesene Risikotreiber messen.

Der Einsatz stochastischer Methoden stößt auf Geschäftsbereich-Ebene an seine Grenzen, wenn beispielsweise wenige oder keine historische Daten für Schadensereignisse vorliegen. Ebenso eignen sich Bayessche Belief Netzwerke wegen ihres hohen Aufwands in der Umsetzung nur bedingt für einzelne Geschäftsbereiche.

⁵¹ Vgl. Scorecard-Ansatz im Rahmen von Basel II, siehe (Basel Committee on Banking Supervision, 2001A), (Basel Committee on Banking Supervision, 2001B).

⁵² Dies wird bspw. in (Buhr, 2000) für die Integration von Value-at-Risk aus dem Portfolio an Kreditrisiken, Marktrisiken und operationellen Risiken beschrieben.

⁵³ Vgl. (Anders, 2001).

⁵⁴ Ein Beispiel für einen technologischen Strukturbruch wäre die Einführung von Internetbanking; ein organisatorischer Strukturbruch wäre beispielsweise die Fusion mehrerer Banken.

⁵⁵ Vgl. (Cruz, 2002, S.178).

⁵⁶ Wie bspw. der Basis-Indikator-Ansatz, der den Bruttoertrag mit einem Faktor verknüpft.

Einzelne Kategorien operationeller Risiken

Für die einzelnen Kategorien operationeller Risiken, das sind interne Prozesse, Systeme, Mitarbeiter sowie externe Ereignisse, eignen sich die vorgestellten Methoden ebenso auf unterschiedliche Weise.

Mit Hilfe von Befragungstechniken lassen sich insbesondere die Motivation der Mitarbeiter messen. Anhand eines Mitarbeitermotivationsindex konnten bereits in einer Studie von (Wurm, 2002) Zusammenhänge mit der Höhe eingetretenen Schäden aufgrund operationeller Risiken empirisch getestet und nachgewiesen werden.⁵⁷ Ebenso eignen sich Befragungstechniken nur bedingt zur Quantifizierung von Risiken, die von Prozessen, Systemen und externen Ereignissen ausgehen.

Indikator-Ansätze können genauso wie für Geschäftsbereiche bei der Verwendung der richtigen Messgrößen zur Quantifizierung operationeller Risiken eingesetzt werden. Stochastische Methoden kommen nur dort in Frage, wo häufig Transaktionen stattfinden und somit eine ausreichende statistische Grundlage vorhanden ist.

Mit Hilfe von Kausal-Methoden, wie Bayesschen Belief Netzwerken lassen sich insbesondere die operationellen Risiken von Prozessen und Systemen quantifizieren, da dabei die in vielen Fällen wenigen, historischen Daten mit Expertenmeinungen in einer Methode integriert werden können.⁵⁸⁻⁵⁹ Trotz teilweise, fehlender historischer Daten können somit (ersetzt durch Expertenmeinungen) Schätzungen über die Höhe operationeller Risiken abgegeben werden sowie Szenarios dargestellt werden.

6. Fazit und Ausblick

Risikomanager bei Kreditinstituten stehen vor dem Problem, Ansätze und Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken auszuwählen und anzuwenden. Im Rahmen dieses Beitrags wurden die zur Verfügung stehenden Methoden systematisiert und bewertet sowie Empfehlungen für deren Einsatz gegeben. So zeigt sich, dass einfache Indikator-Ansätze nur bei kleinen Banken, für die sich aufwendigere Verfahren aufgrund ihrer Größe nicht lohnen, zum Einsatz kommen sollten. Für den Einsatz stochastischer Methoden, wie dem operational Value-at-Risk im Rahmen des Verlustverteilungs-Ansatz, mangelt es gerade bei seltenen Ereignissen großen Ausmaßes nach wie vor an der entsprechenden internen Datengrundlage. Aufwendigere Kausal-Methoden wie bspw. Bayessche Belief Netzwerke können diesen Mangel durch Expertenmeinungen ausgleichen, eignen sich aber aufgrund ihres hohen Um-

⁵⁷ Vgl. (van den Brink, 2000, S.42) stellt zum Thema People Risk ein empirisches Quantifizierungsverfahren vor.

⁵⁸ Siehe auch (Cruz, 2002) sowie (King, 2001).

⁵⁹ Siehe auch (King, 2001).

setzungsaufwands nur für einzelne Prozesse und Systeme und gehören außerdem nicht zu den regulatorisch anerkannten Methoden.

Die Entwicklung von Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken steht nach wie vor in ihren Anfängen.⁶⁰ Vermutlich werden noch weitere Methoden aus anderen Bereichen hierzu herangezogen. Eine einheitliche und integrierte Methode für die Gesamtbank, einzelne Geschäftsbereiche und einzelne Risikokategorien ist bislang noch nicht absehbar und stößt aufgrund der vorhandenen Komplexität in der Praxis an ihre methodischen Grenzen.⁶¹ Eine Herausforderung stellt dabei noch die Schaffung von Schnittstellen zwischen den Methoden dar sowie die anschließende unternehmensweite Aggregation der jeweiligen Ergebnisse.⁶²

Literatur (Kapitel III-1):

Anders, U. (2001): „Qualitative Anforderungen an das Management operativer Risiken“ in: Die Bank, 41, 6, 2001.

Basel Committee on Banking Supervision (2001A): „Regulatory Treatment of Operational Risk“, Working Paper No. 8, September 2001, Basel.

Basel Committee on Banking Supervision (2001B): „Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk“, Basel Committee Publications No. 86, Dezember 2001, Basel.

Basel Committee on Banking Supervision (2002): „The Quantitative Impact Study for Operational Risk: Overview of Individual Loss Data and Lessons Learned“, Januar 2002, Basel.

BBA/ISDA/RMA (British Bankers' Association/International Swaps and Derivates Association/Robert Morris Associates) (1999): „Operational Risk - The next Frontier“, Philadelphia, 1999.

Beeck, H., Kaiser, T. (2000): „Quantifizierung von Operational Risk“, in: Johanning, L., Rudolph, B. (Hrsg.): Handbuch Risikomanagement, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden/Ts., 2000.

Boos, K.-H., Schulte-Mattler, H. (2001): „Basel II: Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken“, in: Die Bank, 41, 8, 2001.

Brandt, C., Klein, S. (1998): „Value-at-Risk – Orientierungshilfen für die Wahl eines internen Modells“, in: Finanzmarkt und Portfolio Management, 12, 3, 1998, S. 304-316.

Buhr, R. (2000): „Messung von Betriebsrisiken – ein methodischer Ansatz“, in: Die Bank, 40, 3, 2000.

⁶⁰ Vgl. (van den Brink, 2000, S. 43).

⁶¹ Vgl. auch (Piaz, 2001, S.137).

⁶² Insbesondere muss die Doppelerfassung von Risiken vermieden werden sowie Korrelationen zwischen verschiedenen Risikoarten bzw. -kategorien mitberücksichtigt werden.

Cruz, M. G. (2002): „Modeling, measuring and hedging operational risk“, John Wiley & Sons., Chichester, 2002.

Deutsche Bundesbank (2002): „Das Eigenkapital der Kreditinstitute aus bankinterner und regulatorischer Sicht“, in: Monatsbericht, Januar 2002

Ebnöter, S., Vanini, P., McNeil, A., Antolinez-Fehr, P. (2001): „Modelling Operational Risk“, Working Paper, ETH Zürich, Dezember 2001.

Faisst, U., Huther, A., Schneider, K. (2002): „Management operationeller Risiken (Teil 1)“, in: Kredit & Rating Praxis, 3, 2002, S. 21-25.

Füser, K., Rödel, K., Kang, D. (2002): „Identifizierung und Quantifizierung von Operational Risk“, in: FinanzBetrieb, 4, 9, 2002, S. 495- 502.

Gemela, J. (2001): „Financial analysis using Bayesian networks“, in: Applied Stochastic Models in Business and Industry, 17, 2001, S. 57-67.

King, J.L. (2001): „Operational Risk: Measurement and Modelling“, John Wiley & Sons., Chichester, 2001.

Marshall, C.L. (2001): „Measuring and Managing Operational Risk in Financial Institutions“, John Wiley & Sons., Chichester, 2001.

Piaz, J.-M. (2001): „Operational Risk Management bei Banken“, Versus Verlag, Zürich, 2001

Spahr, R. (2001): „Steuerung operationaler Risiken im Electronic und Investment Banking“, in: Die Bank, 41, 9, 2001.

van den Brink, J. (2000): „Operational Risk: Wie Banken das Betriebsrisiko beherrschen“, Dissertation, St. Gallen, 2000.

Wurm, S. (2001): „Die Anwendung von Elastizitäten bei der Quantifizierung operationaler Risiken“, in: Die Bank, 41, 8, 2001.

III.2. Beitrag: „Ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in IT-unterstützten Bankprozessen“

Autor: Ulrich Faisst, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Vorgestellt bei: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2004 in Essen,
April 2004.

Erschienen in: „Banking and Information Technology (BIT)“ im Sonderheft
zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2004, 1, 2004, S. 35-50.

Zusammenfassung:

Die Bedeutung operationeller Risiken hat bei Banken insbesondere durch die zunehmende Automatisierung ihrer Prozesse, durch neue regulatorische Auflagen, durch vermehrte M&A-Aktivitäten, verstärktes Outsourcing von Geschäftsaktivitäten sowie durch die Zunahme externer Bedrohungen zugenommen. Banken wollen oftmals zugleich die Höhe operationeller Risiken und die der laufenden Auszahlungen für Prozesse minimieren. Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen führen dabei in aller Regel zwar zu niedrigeren operationellen Risiken und damit auch zu niedrigeren Schadenserwartungswerten, sind aber gleichzeitig mit zusätzlichen prozessbezogenen Auszahlungen verbunden. In diesem Beitrag wird ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in Bankprozessen entwickelt. Es werden dabei mögliche Lösungen auf Basis von - die individuellen Rendite-/Risiko-Einstellungen repräsentierenden - Nutzenfunktionen bewertet. Dabei werden die voraussichtlich ab 2007 geltenden Anforderungen von Basel II berücksichtigt. Auch für den unwahrscheinlichen Fall, dass diese regulatorischen Anforderungen erst später oder gar nicht in Kraft treten sollten, bietet das Modell insbesondere Praktikern betriebswirtschaftlich fundierte Unterstützung bei der Steuerung operationeller Risiken in Bankprozessen.

1. Einleitung

Bei Banken werden nach Basel II unter dem Begriff operationelle Risiken¹ sämtliche Risiken verstanden, die von internen Prozessen, Mitarbeitern, Systemen sowie von externen Ereignissen ausgehen.² Operationelle Risiken besitzen eine wachsende Bedeutung: die zunehmende Automatisierung von Prozessen, neue regulatorische Auflagen, vermehrte M&A-Aktivitäten, verstärktes Outsourcing von Geschäftsaktivitäten sowie die Zunahme externer Bedrohungen werfen Fragen hinsichtlich der Höhe der damit verbundenen operationellen Risiken auf. Bislang waren Banken nur verpflichtet, Kredit- und Marktrisiken mit regulatorischem Eigenkapital³ zu unterlegen. Nun wendet sich Basel II auch den internen Abläufen der Banken zu und sieht ab 2007 für operationelle Risiken etwa 12% der bisherigen Gesamthöhe der regulatorischen Eigenkapitalunterlegung vor. Auch für den Fall, dass Basel II nicht in Kraft treten sollte, ist das Management operationeller Risiken für Banken relevant: Neben spektakulären, existenzbedrohlichen Verlustfälle, zeigen auch häufig wiederkehrende Schadensereignisse Banken das Vorhandensein von operationellen Risiken immer wieder auf. Betrachtet man operationelle Risiken bei Prozessen und deren Sicherheit, so besteht ein Trade-off zwischen erwarteten Schäden⁴ einerseits und den prozessbezogenen Auszahlungen (z. B. für Sicherungsmaßnahmen) andererseits.

Ziel dieses Beitrags ist, ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken für Bankprozesse zu entwickeln, welches diesen Trade-off auflöst. Dabei wird - unter Zugrundelegung unterschiedlicher Optimierungskalküle - die optimale Höhe operationeller Risiken und die daraus resultierenden erwarteten negativen Zahlungswirkungen bestimmt.

¹ Der Begriff ‚Operationelle Risiken‘ soll hier synonym zu den in deutschsprachigen Beiträgen weniger gebräuchlichen Begriffen ‚operative‘, ‚operationale‘ oder ‚operational risk‘ verwandt werden.

² Definition nach Basel II [BCBS01A]: Rechtsrisiken sind hierbei eingeschlossen, jedoch keine strategischen Risiken oder Reputationsrisiken.

³ Zur Zusammensetzung des regulatorischen Eigenkapitals vgl. z. B. [BCBS03B].

⁴ Zuzüglich der Verzinsung des regulatorischen Eigenkapitals, falls Basel II in Kraft tritt.

2. Stand der Forschung

Entsprechend der wachsenden Bedeutung operationeller Risiken bei Banken haben sich gerade in jüngster Zeit eine ganze Reihe von Beiträgen diesem Themenbereich angenommen. Tabelle III.2-1 klassifiziert diese Beiträge und die darin untersuchten Fragestellungen anhand der Phasen des Risikomanagementprozesses: Identifikation, Quantifizierung, Steuerung und Überwachung (Vgl. [Piaz01]).

In der *Identifikationsphase* sollen bestehende operationelle Risiken aufgedeckt und klassifiziert werden. Ein Schwerpunkt bisheriger Untersuchungen liegt dabei in der Kategorisierung der Schadensereignisse, meist in Verbindung mit dem Aufbau von Schadensdatenbanken zur Erfüllung der Anforderungen von Basel II (vgl. [BCBS01A]). Dazu werden historische Daten sowie Expertenmeinungen im Rahmen von Self-Assessments erhoben.

In der darauf folgenden *Quantifizierungsphase* werden die identifizierten operationellen Risiken mit Hilfe unterschiedlicher Methoden bewertet. Zur Bemessung des für operationelle Risiken zu unterlegenden Eigenkapitals stehen mittlerweile fünf verschiedene Ansätze zur Verfügung, die von einfachen, faktorbasierten Ansätzen bis hin zu stochastischen Verlustverteilungs-Modellen auf Basis des Value-at-Risk reichen (vgl. [BCBS01A]). Über diese regulatorischen Ansätze hinaus wurden weitere Methoden zur Quantifizierung operationeller Risiken wie bspw. Befragungstechniken oder Kausal-Methoden entwickelt (vgl. [FaKo03]).

Auf Basis der Identifikation und Quantifizierung werden in der *Steuerungsphase* Entscheidungen über das Tragen, Vermindern, Vermeiden sowie den Transfer operationeller Risiken getroffen.

Schließlich umfasst die *Überwachungsphase* alle Verfahren und Maßnahmen, die zur fortlaufenden Kontrolle und Überwachung operationeller Risiken notwendig sind.

Methodisch überwiegen bislang einerseits deskriptive Analysen, andererseits wurden speziell von Banken zahlreiche Simulationen durchgeführt. In einigen weiteren Fällen wurden zudem Fallstudien und eine Reihe von empirischen Studien erstellt. Bislang fehlen insbesondere noch formale Modelle, welche die Steuerung operationeller Risiken unterstützen.

Phase	Untersuchte Fragestellung	Quelle	Methode
Identifikation	Mit welchen Verfahren und Methoden können potentielle Schadensereignisse aufgrund operationeller Risiken identifiziert werden? Wie können die identifizierten Schadensereignisse kategorisiert werden? Wie können Risikoquellen und -treiber analysiert werden?	[Brin00], [BCBS01A], [Mars01], [Piaz01], [Cruz02], [EGR02], [FRK02], [Jörg02], [LoHe03]	Deskriptive Analyse
		[Hoff02]	Fallstudie (mit N=20 Banken)
Quantifizierung	Mit welchen Methoden kann die Höhe operationeller Risiken bestimmt werden? Wie können operationelle Risiken aggregiert werden? Wie können speziell seltene Ereignisse großen Ausmaßes quantifiziert werden?	[Brin00], [Buhr00], [Mars01], [Piaz01], [Cruz02], [EGR02], [FRK02], [Jörg02]	Deskriptive Analyse
		[Hoff02]	Fallstudie (mit N=20 Banken)
	Welche Quantifizierungsmethoden eignen sich für bestimmte Einsatzgebiete bzw. Risikotypen?	[FaKo03]	Deskriptive Analyse
	Wie hoch sind die Schäden aufgrund operationeller Risiken auf Basis historischer Daten?	[BCBS03A]	Empirische Studie (N=89 Banken)
		[BeKa00]	Simulationsmodell
	Wie hoch ist der Beitrag einzelner Prozesse zur Gesamthöhe operationeller Risiken?	[Ebnö01]	Simulationsmodell
Steuerung	Welche Instrumente stehen zur Steuerung operationeller Risiken zur Verfügung? Wie wirkt sich die Anwendung von Steuerungsinstrumenten auf die Häufigkeit und Schwere operationeller Risiken aus?	[Brin00], [Mars01], [Piaz01], [Cruz02], [EGR02], [Jörg02], [LoHe03]	Deskriptive Analyse
		[Spah01]	Fallstudie
		[Hoff02]	Fallstudie (mit N=20 Banken)
Überwachung	Welche Verfahren und Methoden eignen sich für die Überwachung operationeller Risiken? Welche organisatorischen Anforderungen beinhaltet eine Überwachung operationeller Risiken des laufenden Geschäftsbetriebs?	[Brin00], [Ande01], [BCBS01B], [Mars01], [Piaz01], [Cruz02], [EGR02], [BCBS03B], [LoHe03]	Deskriptive Analyse
		[Hoff02]	Fallstudie (mit N=20 Banken)

Tabelle III.2-1: Überblick über die untersuchten Fragestellungen in ausgewählten Beiträgen

3. Steuerungsinstrumente für operationelle Risiken

Die Aufgabe der Steuerung operationeller Risiken besteht darin, Entscheidungen über Maßnahmen zur Beeinflussung der Höhe operationeller Risiken zu treffen.⁵ Zur Steuerung operationeller Risiken stehen interne und externe Steuerungsinstrumente zur Verfügung. *Interne Steuerungsinstrumente* setzen an den Ursachen von operationellen Risiken sowie deren Treibern an und beinhalten darüber hinaus weitere Maßnahmen, um die Auswirkungen von Schadensereignissen zu beschränken. Um die internen Steuerungshebel besser zu verdeutlichen, kann man sie bspw. in Anlehnung der Kategorisierung von Schadensereignissen von Basel II [BCBS01A; BCBS01B] gliedern: Sie umfassen dann sämtliche Maßnahmen zur Sicherung von internen Prozessen bzw. von Systemen, zur Mitarbeitermotivation⁶ und zur Prävention gegen externe Risiken. *Externe Steuerungsinstrumente* zielen darauf ab, operationelle Risiken aus der Bank heraus zu transferieren. Dabei wird auf vertraglicher Basis die Haftung für Schäden aufgrund operationeller Risiken externen Parteien übertragen. Darunter fallen insbesondere Versicherungen, das Outsourcing von Prozessen und Systemen oder auch neuartige Kapitalmarktinstrumente, wie etwa Operational Risk Linked Bonds.

4. Modell zur Steuerung operationeller Risiken in Bankprozessen

Im Folgenden wird ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken bei Bankprozessen entwickelt. Es wird davon ausgegangen, dass eine Bank das Ziel verfolgt, ihren Shareholder-Value zu maximieren. Um dieses Ziel zu erreichen, strebt die Bank hinsichtlich eines bestimmten Prozesses zum einen das Subziel einer Minimierung der erwarteten negativen Zahlungswirkungen, zum anderen das einer Minimierung der operationellen Risiken an. Reduziert werden kann die Höhe operationeller Risiken durch die bereits beschriebenen Steuerungsinstrumente. In den meisten Fällen sind diese jedoch mit zusätzlichen prozessbezogenen Auszahlungen verbunden. Parallel dazu stellen gerade die jüngsten konjunkturellen Entwicklungen die Banken vor die Herausforderung, ihren Cash-flow aus den laufenden Geschäftsaktivitäten zu verbessern. So haben Banken ihre Bestrebungen in jüngster Zeit verstärkt, Prozesse weiter zu automatisieren und damit die prozessbezogenen Auszahlungen zu verringern. Dabei wurden z.T. wiederum zusätzliche operationelle Risiken in Kauf genommen.

Es besteht somit ein Zielkonflikt zwischen den Subzielen einer Minimierung der erwarteten, negativen Zahlungswirkungen sowie der Minimierung von operationellen Risiken. Die-

⁵ Synonym zu Steuerung operationeller Risiken werden Begriffe wie ‚Risikococontrolling‘, ‚Risikobewältigung‘, ‚Risikopolitik‘ oder gar ‚Risikomanagement‘ verwendet, für eine Übersicht siehe bspw. [Piaz01].

⁶ Zum Einfluss der Mitarbeiterloyalität auf die Höhe operationeller Risiken: vgl. [Wurm01].

ser wird im Modell aufgelöst, in dem die möglichen Lösungen mittels Nutzenfunktionen bewertet werden, die die individuelle Rendite-/Risikopräferenz eines Entscheiders repräsentieren. Näherungsweise wird dabei - jeweils für unterschiedliche Optimierungskalküle - die nutzenoptimale Höhe operationeller Risiken bestimmt; letztere gemessen an der Standardabweichung σ der negativen Zahlungswirkungen ZW für einen bestimmten Prozess.

4.1. Annahmen

Dem Modell liegt eine einperiodige Betrachtung zugrunde.

Annahme A1: Unabhängigkeit eines isoliert betrachteten Prozesses

Die Aktivitäten einer Bank lassen sich als unterschiedliche Prozesse auffassen und beschreiben. Betrachtet wird speziell ein Prozess, von dem angenommen wird, dass er unabhängig von den übrigen Prozessen der Bank ist.

Annahme A2: Relevante Zahlungsgrößen

Die negativen Zahlungswirkungen ZW für den Prozess setzen sich aus den zahlungswirksamen Verlusten durch Schadensereignisse aufgrund operationeller Risiken des Prozesses SA^7 , den entgehenden Einzahlungen aufgrund des - für die operationellen Risiken des Prozesses regulatorisch gebundenen - Eigenkapitals EZ sowie den prozessbezogenen Auszahlungen PA zusammen. Abgesehen von EZ werde für die positiven Zahlungswirkungen davon ausgegangen, dass diese bezogen auf den betrachteten Prozess jeweils in gleicher Höhe anfallen.

Ex ante geschätzt werden im Weiteren die stochastische Zahlungsgröße SA, sowie die deterministischen Zahlungsgrößen EZ und PA. Die Annahmen A2a und A2b entsprechen dem „Internal Measurement Approach“ (IMA) nach Basel II [BCBS01A].

⁷ Es werden nur operationelle Risiken berücksichtigt, die der Definition nach Basel II und den dort genannten Verlustereignissen entsprechen (vgl. [BCBS01A]).

Annahme A2a: Erwartete zahlungswirksame Verluste durch Schadensereignisse aufgrund operationeller Risiken $E(SA)$

$E(SA)$ ist der Erwartungswert der Zufallsvariable SA .⁸ Für $E(SA)$ gilt nach dem IMA von Basel II [BCBS01A] folgende Formel:

$$E(SA) = E(Q) \cdot LGE = \lambda \cdot LGE \quad (1)$$

$E(SA)$ ergibt sich durch die Multiplikation des Erwartungswert der Häufigkeit von Schadensereignissen Q ⁹ mit der als konstant angenommenen Schwere von Ereignissen LGE (mit $LGE > 0$). Dabei besitzt $E(Q)$ den Wert λ (mit $\lambda > 0$).

Annahme A2b: Entgehende Einzahlungen aufgrund des regulatorisch gebundenen Eigenkapitals (EZ)

Durch die Unterlegung regulatorischen Eigenkapitals für operationelle Risiken entstehen Opportunitätskosten in Form von entgehenden Einzahlungen, da das gebundene Eigenkapital für andere Geschäftsaktivitäten nicht mehr zur Verfügung steht.

Auf Basis des IMA nach Basel II [BCBS01A] beträgt das zu unterlegende regulatorische Eigenkapital REK für operationelle Risiken:

$$REK = \gamma \cdot E(SA) \quad (2)$$

Der Faktor γ übersetzt dabei die erwarteten Verluste $E(SA)$ in das für den Prozess zu unterlegende regulatorische Eigenkapital REK .¹⁰ Für das zu unterlegende regulatorische Eigenkapital REK wird der Opportunitätskostenzinssatz k unterstellt. Durch Multiplikation von REK mit k erhält man für das Modell die deterministische Zahlungsgröße EZ :

$$EZ = k \cdot REK = k \cdot \gamma \cdot E(SA) \quad (3)^{11}$$

⁸ Der Erwartungswert $E(SA)$ wird in [BCBS01A] als Expected Losses (EL) bezeichnet.

⁹ Die Häufigkeit von Schadensereignissen Q wird durch die Multiplikation des Exposure Indikators EI mit $EI \in \mathbb{N}$ (für das Volumen der Aktivitäten eines Prozesses) mit der Wahrscheinlichkeit $PE \in (0,1)$ (für den Eintritt eines Schadensereignisses bei einer Aktivität) ermittelt. LGE steht für Loss Given Event [BCBS01A].

¹⁰ Dabei ist γ abhängig von λ . Eine tabellarische Übersicht über die entsprechenden Werte für γ befindet sich im Anhang. Die regulatorische Eigenkapitalanforderung beim IMA ist auf minimal 75% derjenigen Anforderung begrenzt, die sich aus der Berechnung mit dem „Standardised Approach“ (STA) ergeben würde [BCBS01A]; diese regulatorische Auflage wird im Weiteren vernachlässigt.

¹¹ Um im Weiteren die Ermittlung eines Nutzenoptimums zu erleichtern, wird $\delta = \gamma \sqrt{\lambda}$ - trotz der Abhängigkeit von γ und λ - als Konstante (in Höhe der oberen Schranke von δ) berücksichtigt. Um eine solche obere Schranke für δ zu setzen, werde angenommen, dass die Häufigkeit von Schadensereignissen λ im Intervall $[\underline{h}; \infty)$ für die betrachtete Periode liegt. Beispiel: Besitzt λ die untere Schranke $\underline{h} = 0.3$, so liegt δ im Intervall $(3.11; 3.998)$. Für die weiteren Berechnungen kann

Annahme A2c: Prozessbezogene Auszahlungen (PA)

Im Modell bezeichne PA Auszahlungen, die dem betrachteten Prozess direkt zurechenbar sind. Die zur Umstellung des Prozesses notwendigen Auszahlungen werden zur Vereinfachung vernachlässigt. PA ist eine deterministische Zahlungsgröße. In (4) wird für das Modell ein umgekehrt proportionaler Zusammenhang zwischen PA und $E(SA)^\beta$ unterstellt, d.h. je höher PA ist, desto niedriger ist $E(SA)^\beta$:

$$PA = \frac{M}{E(SA)^\beta} \quad (4)$$

Dabei werde die Höhe der prozessbezogenen Auszahlungen PA durch die Konstante M (mit $M > 0$) und der umgekehrt proportionale Zusammenhang zwischen PA und $E(SA)^\beta$ durch die Konstante β (mit $\beta > 0$) kalibriert.¹²

Annahme A3: Standardabweichung der negativen Zahlungswirkungen (σ_{ZW})

σ_{ZW} ist die Standardabweichung der negativen Zahlungswirkungen ZW und wird als Risikomaß angesehen. Um σ_{ZW} bestimmen zu können, werden die Standardabweichungen von SA, EZ und PA ermittelt.

Die Standardabweichung der Zufallsvariable SA ist σ_{SA} . Im Rahmen des IMA kann näherungsweise von einer poisson-verteilten Häufigkeit von Schadensereignissen Q ausgegangen werden.¹³ Daher fallen der Erwartungswert $E(Q)$ und dessen Varianz σ_Q^2 zusammen:

$$E(Q) = \sigma_Q^2 = \lambda \quad (5)$$

Für σ_{SA} mit $\sigma_{SA} \in (0, \infty)$ gilt daher bei konstanten LGE (siehe Annahme A2a):

$$\sigma_{SA} = LGE \cdot \sqrt{\lambda} \quad (6)$$

Da die Zahlungsgrößen EZ und PA - für gegebene σ_{SA} - im Modell deterministisch sind, gilt für die Standardabweichung von EZ bzw. PA:

δ vereinfachend bspw. auf den konstanten Wert $\delta^* = 3.998$ (als obere Schranke für δ entsprechend $\underline{h} = \lambda = 0.3$) gesetzt werden (siehe Tabelle III.2-2 im Anhang).

¹² Für $\beta = 0$ wäre PA unabhängig von $E(SA)$ konstant $PA = M$. $\beta < 0$ scheiden ebenso aus, da damit für höhere PA sich auch höhere $E(SA)$ ergeben würden.

¹³ Der IMA geht zunächst von einer binomial-verteilten Häufigkeit λ der Schadensereignisse aus, welche für kleine PE näherungsweise als poisson-verteilt angesehen werden kann. Eine Poisson-Verteilung ist besonders für operationelle Risiken mit kleiner Häufigkeit geeignet, da bereits auf Basis von 30 Werten eine Schätzung von Erwartungswert und Varianz der Verteilung erfolgen kann (vgl. [BaBa02]).

$$\sigma_{EZ}=0 \text{ (7) und } \sigma_{PA}=0 \text{ (8)}$$

Fasst man (6), (7) und (8) zusammen, lässt sich für σ_{ZW} , die Standardabweichung der negativen Zahlungswirkungen ZW, feststellen:

$$\sigma_{ZW} = \sigma_{SA} = LGE \cdot \sqrt{\lambda} \text{ (9)}$$

Im Weiteren werde $E(ZW)$ mit μ sowie σ_{ZW} mit σ bezeichnet.

Annahme A4: Lösungsraum mit stetigen σ und deren Abbildung auf $\mu(\sigma)$

Es wird angenommen, dass beliebige $\sigma \in (0, \infty)$ existieren und die dadurch erzeugten erwarteten, negativen Zahlungswirkungen durch die Funktion $\mu(\sigma)$ abgebildet werden können.¹⁴ Es kann nur ein bestimmtes σ realisiert werden; Kombinationen sind nicht vorgesehen.

Herleitung der stetigen Funktion $\mu(\sigma)$

Fasst man nun $E(SA)$ aus (1), EZ aus (3) und PA aus (4) zusammen, so erhält man für den betrachteten Prozess die erwarteten, negativen Zahlungswirkungen μ :

$$\mu = E(SA) + EZ + PA \text{ (10)}$$

Im Folgenden werden die relevanten Zahlungsgrößen aus (10) auf ihre Abhängigkeit zu σ untersucht:

Setzt man - unter Berücksichtigung von A3 - für das Modell (9) in (1) ein, so erhält man $E(SA)$ als eine stetige Funktion in Abhängigkeit von der Variable σ :

$$E(SA) = \frac{\sigma^2}{LGE} \text{ (11)}$$

Durch Einsetzen von (9) in (3) erhält man EZ als eine proportionale Funktion in Abhängigkeit von σ :

$$EZ = k \cdot \gamma \cdot \frac{\sigma^2}{LGE} \text{ (12)}$$

Setzt man (9) in (4) ein, so erhält man schließlich auch PA als eine stetige Funktion in Abhängigkeit von σ .

¹⁴ Es wird damit vorausgesetzt, dass beliebige σ durch den Einsatz der in Kapitel 3 vorgestellten Steuerungsinstrumente erzeugt werden können. Dies wiederum stellt eine starke Vereinfachung dar, da in der Realwelt davon auszugehen ist, dass nur endlich viele Lösungen σ mit diskreten Werten existieren. Eine weitere starke Vereinfachung ist die Annahme, dass für beliebige σ eine stetige Funktion $\mu(\sigma)$ existiert.

$$PA = \frac{M \cdot LGE^\beta}{\sigma^{2\beta}} \quad (13)$$

Auf Basis von (10), (11), (12) und (13) hängen μ und σ wie folgt funktional zusammen:

$$\mu(\sigma) = E(SA) + EZ + PA = \frac{\sigma^2}{LGE} + k \cdot \gamma \cdot \frac{\sigma^2}{LGE} + \frac{M \cdot LGE^\beta}{\sigma^{2\beta}} \quad (14)$$

$\mu(\sigma)$ ist eine stetige Funktion in Abhängigkeit von σ mit konvexem Verlauf und dem Minimum μ^* . $\mu(\sigma)$ bildet dabei den Definitionsbereich $\sigma \in (0, \infty)$ eindeutig auf den Abbildungsbereich $\mu(\sigma) \in (\mu^*, \infty)$ ab.

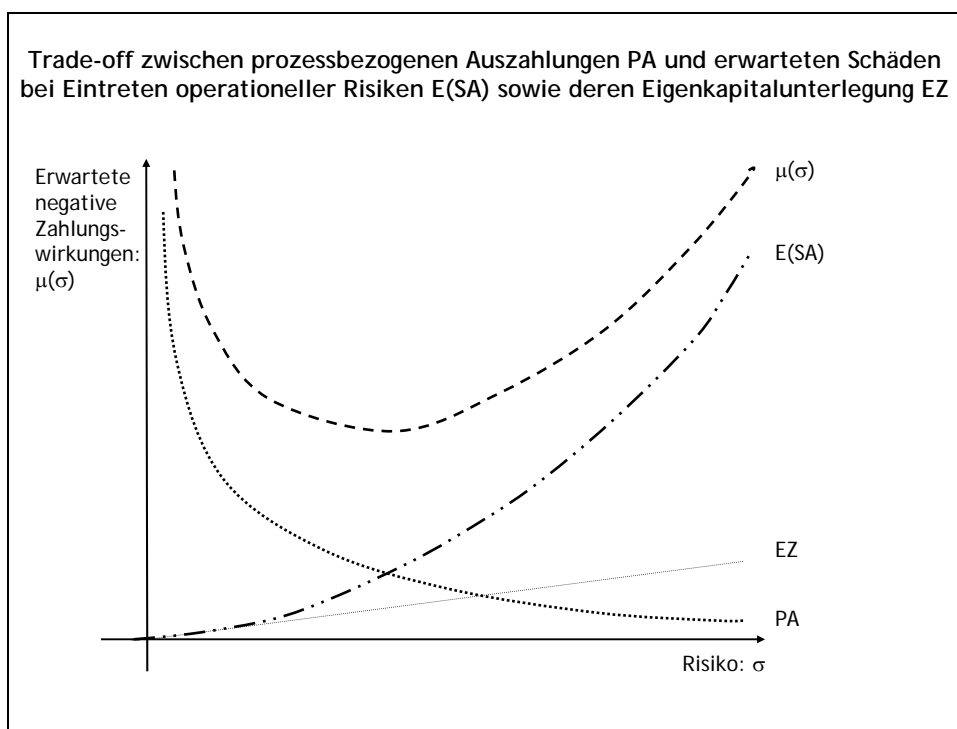


Abbildung III.2-1: Trade-off zwischen $E(SA)$ und EZ einerseits und PA andererseits

Abbildung III.2-1 stellt den Trade-off zwischen einerseits prozessbezogenen Auszahlungen PA und andererseits erwarteten Schäden $E(SA)$ sowie den Opportunitätskosten für deren Eigenkapitalunterlegung EZ funktional dar. Dabei ist $\mu(\sigma)$ eine konvexe Funktion und besitzt ein Minimum $\mu^* = \mu(\sigma^*)$.

4.2. Optimierungskalküle und Bestimmung nutzenoptimaler Lösungen

Für die Bestimmung einer nutzenoptimalen Lösung σ sind unterschiedliche Optimierungskalküle denkbar. In diesem Modell werden die Optimierungskalküle „Risikominimierung“, „Auszahlungsminimierung“ und „risikoaverses Entscheiden“ betrachtet sowie die Bestimmung nutzenoptimaler Lösungen anhand von Beispielen kurz erläutert. Der Vergleich von absoluten Nutzenniveaus möglicher Lösungen ist nur bei Anwendung des gleichen Optimierungskalküls, d.h. desselben Präferenzfunktional, möglich. Nicht möglich ist ein Vergleich der absoluten Nutzen von Lösungen bei Anwendung unterschiedlicher Optimierungskalküle.

1. Risikominimierung

Optimierungskalkül der Risikominimierung ist es, die Lösung zu ergreifen, welche das geringste Risiko σ besitzt. Die damit verbundenen erwarteten, negativen Zahlungswirkungen μ fließen nicht in das Optimierungskalkül mit ein. Eine mögliche Nutzenfunktion für die Risikominimierung ist:

$$\text{Max } \Phi_{\text{RM}}(\sigma) = -\sigma \quad (15)$$

Um bei einer Nutzenfunktion nach (15) $\Phi_{\text{RM}} = -\sigma$ zu maximieren, müsste $\sigma \rightarrow 0$ gehen. Dies wiederum bedingt, dass $\mu \rightarrow \infty$ steigt. Innerhalb des Definitionsbereichs von $\sigma \in (0, \infty)$ besteht somit kein Nutzenoptimum für die Risikominimierung. Dies bedeutet ökonomisch, dass selbst bei ‚noch so hohen‘ PA operationelle Risiken nicht vollständig eliminiert werden können.

2. Auszahlungsminimierung

Im Gegensatz zum Optimierungskalkül der Risikominimierung vernachlässigt das der Auszahlungsminimierung die Höhe des Risikos und strebt nach der Lösung, die zu den geringsten erwarteten negativen Zahlungswirkungen $\mu(\sigma)$ führt. Eine mögliche Nutzenfunktion der Auszahlungsminimierung ist:

$$\text{Max } \Phi_{\text{AM}}(\sigma) = -\mu(\sigma) \quad (16)$$

Zur näherungsweisen Berechnung der auszahlungsminimalen Lösung σ^* , werde

$$\delta = \gamma \cdot \sqrt{\lambda} = \gamma \cdot \frac{\sigma}{\text{LGE}} \quad (17)$$

definiert.¹⁵ Setzt man (17) in (14) ein und leitet $\Phi_{AM}(\sigma) = -\mu(\sigma)$ anschließend nach σ ab, so ist mit (18) die notwendige Bedingung und sind mit (18) und (19) die hinreichenden Bedingungen für ein Nutzenmaximum $\Phi_{AM}^*(\sigma^*)$ erfüllt:

$$\frac{\partial \Phi_{AM}(\sigma)}{\partial \sigma} = -\frac{2 \cdot \sigma}{LGE} - k \cdot \delta^* + \frac{2 \cdot \beta \cdot M \cdot LGE^\beta}{\sigma^{2\beta+1}} = 0 \quad (18) \text{ und}$$

$$\frac{\partial^2 \Phi_{AM}(\sigma)}{\partial \sigma^2} = -\frac{2}{LGE} - \frac{2 \cdot \beta \cdot (2 \cdot \beta + 1) M \cdot LGE^\beta}{\sigma^{2\beta+2}} < 0 \quad (19)^{16}$$

Durch Umformen von (18) erhält man (20):

$$2 \cdot \sigma^{2\beta+2} + k \cdot \delta^* \cdot LGE \cdot \sigma^{2\beta+1} - 2 \cdot \beta \cdot M \cdot (LGE)^{\beta+1} = 0 \quad (20)$$

Die Auflösung einer solchen Gleichung nach σ kann im allgemeinen durch Näherungsverfahren, wie das Newton-Verfahren, und für bestimmte β , z. B. $\beta=0.5$, nach algebraischen Lösungsformeln erfolgen (vgl. [Bron87]). Eine allgemeine Formel kann für die weitere Berechnung von σ^* an dieser Stelle nicht angegeben werden. Hat man damit σ^* ermittelt, so erhält man das Auszahlungsminimum $\mu^* = \mu(\sigma^*)$, welches das höchste Nutzenniveau $\Phi_{AM}(\sigma^*)$ besitzt.

Beispiel 1: Für den vorliegenden Prozess seien folgende Werte für die Konstanten bekannt: $\beta=0.5$, $M=1.000.000$, $\delta^*=3.998^{17}$, $k=0.1$, $LGE=10.000$. Um das Nutzenoptimum zu bestimmen, kann man für (20) die Cardanische Formel [Bron87] anwenden und erhält das Risiko $\sigma^*=2445^{18}$. Es resultieren daraus die erwarteten, negative Zahlungswirkungen $\mu^*=28.502$ und das Nutzenoptimum $\Phi_{AM}(\sigma^*) = -28.502$.

¹⁵ Zur Vereinfachung kann δ z. B. in Höhe der oberen Schranke $\delta^*=3.998$ (mit $\lambda \leq 0.3$, d.h. ein prozessbezogenes Schadensereignis tritt nur in 30% aller Fälle innerhalb eines Jahres auf) als Konstante gesetzt werden (vgl. Anhang). Die dadurch entstehenden Näherungsfehler durch die Annäherung von δ wurden für die im Weiteren aufgeführten Beispiele überprüft.

¹⁶ Die hinreichenden Bedingungen für ein Maximum für $\Phi_{AM}(\sigma)$ sind erfüllt, da beide Quotienten bei generell positiven Parametern β , LGE , M , und σ negativ sind.

¹⁷ Sensitivitätsanalysen für $\delta \in (3.11; 3.998)$ ergeben für das Beispiel vernachlässigbare Fehler bei der Bestimmung von σ^* .

¹⁸ Darüber hinaus existieren zwei weitere komplexe Lösungen, welche nicht relevant sind.

3. Risikoaverses Entscheiden

Das Bernoulli-Prinzip [Bern38] überführt Zahlungsgrößen und ihr Risiko in eine gemeinsame Nutzenfunktion. Folgende klassische Nutzenfunktion wird in unserem Modell für risikoaverses Entscheiden angewendet:¹⁹

$$\text{Max } \Phi_{\text{RA}}(\sigma) = -\mu(\sigma) - \frac{\alpha}{2} \cdot \sigma^2 \quad (21)$$

Dabei ist α (mit $\alpha > 0$) ein Parameter für die individuelle Rendite-/Risikoeinstellung.

Die nutzenmaximale Lösung σ_{ra} kann analog zu dem beschriebenen Vorgehen für Auszahlungsminimierung bestimmt werden. Mit (22) ist die notwendige Bedingung sowie mit (22) und (23) sind die hinreichenden Bedingungen für ein Nutzenmaximum $\Phi_{\text{RA}}(\sigma_{\text{ra}})$ erfüllt:

$$\frac{\partial \Phi_{\text{RA}}(\sigma)}{\partial \sigma} = -\frac{2 \cdot \sigma}{\text{LGE}} - k \cdot \delta^* + \frac{2 \cdot \beta \cdot M \cdot \text{LGE}^\beta}{\sigma^{2\beta+1}} - \alpha \cdot \sigma = 0 \quad (22) \text{ und}$$

$$\frac{\partial^2 \Phi_{\text{RA}}(\sigma)}{\partial \sigma^2} = -\frac{2}{\text{LGE}} - \frac{2 \cdot \beta \cdot (2 \cdot \beta + 1) M \cdot \text{LGE}^\beta}{\sigma^{2\beta+2}} - \alpha < 0 \quad (23)$$

Durch Umformen von (22) erhält man (24):

$$(2 + \alpha \cdot \text{LGE}) \cdot \sigma^{2\beta+2} + k \cdot \delta^* \cdot \text{LGE} \cdot \sigma^{2\beta+1} - 2 \cdot \beta \cdot M \cdot (\text{LGE})^{\beta+1} = 0 \quad (24)$$

Analog wie die Auflösung von (20) bei der Auszahlungsminimierung kann die Auflösung von (24) zur Bestimmung der nutzenoptimalen Lösung σ_{ra} erfolgen. Hat man damit σ_{ra} ermittelt, so erhält man die dazugehörigen erwarteten, negativen Zahlungswirkungen $\mu_{\text{ra}} = \mu(\sigma_{\text{ra}})$ sowie das Nutzenoptimum $\Phi_{\text{RA}}(\sigma_{\text{ra}})$.

¹⁹ Im Modell kann - auch bei einem nicht normal-verteilten σ - von einer rationalen Entscheidung ausgegangen werden. Im Unterschied zum Bernoulli-Prinzip sind im Modell die Parameter μ und σ abhängige Variablen, da σ auf $\mu(\sigma)$ abgebildet wird. Es kann nach Annahme A4 nur ein bestimmtes σ durch den Prozess erzeugt werden; Linear-Kombinationen unterschiedlicher σ zur Erzeugung weiterer Lösungen sind nicht vorgesehen und daher ist eine Einschränkung auf die Normalverteilung nicht notwendig.

Beispiel 2: Analog zu Beispiel 1 sei $\beta=0.5$, $M=1.000.000$, $\delta^*=3.998^{20}$, $k=0.1$, $LGE=1000$. Zusätzlich werde $\alpha=0.5$ gesetzt. Um das Nutzenoptimum zu bestimmen, kann man für (24) die Cardanische Formel [Bron87] anwenden und erhält $\sigma_{ra}=398$.²¹ Daraus resultieren erwartete negative Zahlungswirkungen $\mu_{ra}=79746$ (sowie ein Nutzenoptimum von $\Phi_{RA}(\sigma_{ra})=-119273$). Vergleicht man die nutzenoptimale Lösung in Beispiel 1 mit Beispiel 2, so fällt auf, dass σ_{ra} kleiner ist als σ^* , umgekehrt μ_{ra} größer ist als μ^* . D.h. im Falle risikoaversen Entscheidens (im Vergleich zur Auszahlungsminimierung) werden natürlich zusätzliche erwartete, negativen Zahlungswirkungen μ in Kauf genommen, um ein geringeres Risiko σ zu erreichen.

Abbildung III.2-2 ergänzt die Abbildung III.2-1 um die Präferenzfunktionale der beschriebenen Optimierungskalküle. Die Berührungspunkte (σ^*, μ^*) bzw. (σ_{ra}, μ_{ra}) sind dabei jeweils nutzenoptimale Lösungen der Auszahlungsminimierung bzw. des risikoaversen Entscheidens.

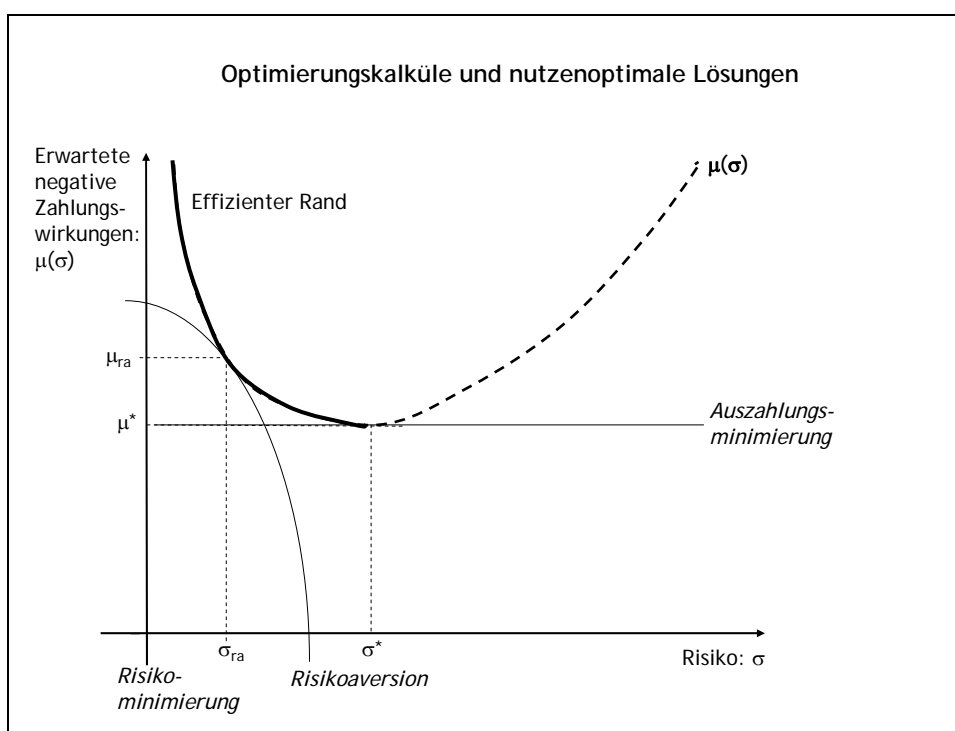


Abbildung III.2-2: Effizienter Rand und nutzenoptimale Lösungen

²⁰ Sensitivitätsanalysen für $\delta \in (3.11; 3.998)$ ergeben für das Beispiel vernachlässigbare Fehler bei der Bestimmung von σ_{ra} .

²¹ Darüber hinaus existieren zwei weitere komplexe Lösungen, welche nicht relevant sind.

Betrachtet man Abbildung III.2-2 lässt sich als **Ergebnis 1** festhalten:

- Eine nutzenoptimale Lösung hängt von α , der individuellen Rendite-/Risikoeinstellung ab, welche durch eine Nutzenfunktion repräsentiert wird. Im Intervall $(0, \sigma^*)$ beschreibt $\mu(\sigma)$ einen effizienten Rand, auf dem die individuell nutzenoptimalen Lösungen liegen. Minimiert man das Risiko $\sigma \rightarrow 0$, steigen die erwarteten, negativen Zahlungswirkungen $\mu \rightarrow \infty$. Innerhalb des Definitionsbereichs von $\sigma \in (0, \infty)$ gibt es kein Risikominimum und es besteht somit kein Nutzenoptimum für die Risikominimierung. Zur Minimierung der Auszahlungen liegt in Punkt (σ^*, μ^*) ein Minimum vor. Für risikoaverses Entscheidens ist mit dem Nutzenoptimum σ_{ra} das Risiko geringer $\sigma_{ra} < \sigma^*$ im Vergleich zur Auszahlungsminimierung, dafür sind die erwarteten, negativen Zahlungswirkungen $\mu_{ra} > \mu^*$ natürlich größer (vgl. Beispiel 1 und 2).

4.3. Nebenbedingungen und ihre Auswirkungen auf nutzenoptimale Lösungen

In der Praxis findet eine Steuerung operationeller Risiken nicht auf Basis der skizzierten Präferenzfunktionale, sondern durch das Setzen von Nebenbedingungen wie Eigenkapital-
limite oder Auszahlungsbudgets statt. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit diese Nebenbedingungen die nutzenoptimalen Lösungen für die einzelnen Optimierungskalküle verändern.

4.3.1. Nebenbedingung 1: Setzen von Eigenkapitallimiten

Das Setzen von Eigenkapitallimits bestimmt die Höhe der Risiken, die die Bank bereit ist zu tragen. Es wird davon ausgegangen, dass für den betrachteten Prozess von der Bank ein bestimmtes Eigenkapitallimit EKL vorgegeben und damit die Menge der zulässigen Lösungen eingeschränkt wird. Anhand von drei in ihrer Höhe unterschiedlichen Eigenkapital-
limite EKL_i mit $i = 1, 2, 3$ wird beispielhaft dargestellt, welche Auswirkungen dies auf die nutzenoptimalen Lösungen für die jeweiligen Optimierungskalküle hat.²² Auf Basis von (3), (11) und ((d) im Anhang) lässt sich der proportionale Zusammenhang zwischen dem Eigenkapitallimit EKL_i und dem Risikolimit σ_{L_i} (für $i=1, 2, 3$) herleiten:

$$EKL_i = \bar{\sigma} \cdot \sigma_{L_i} \quad (26)$$

²² Implizit wird dabei vorausgesetzt, dass das Eigenkapital nur in der beanspruchten Höhe intern verzinst werden muss und nicht in der Gesamthöhe des zur Verfügung stehenden Limits.

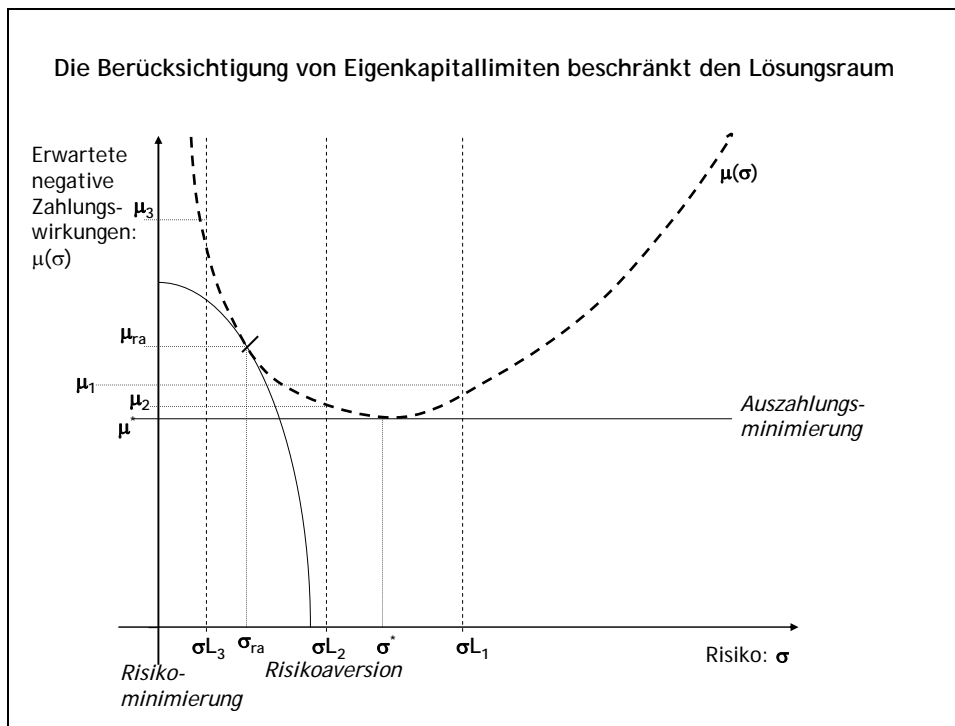


Abbildung III.2-3: Nutzenoptimale Lösungen bei Vorliegen von Eigenkapitallimiten

Betrachtet man Abbildung III.2-3, so kann als **Ergebnis 2** abgeleitet werden:

- Bei Risikominimierung existiert für $\sigma \in (0, \infty)$ kein risikominimaler Punkt und somit kein Nutzenoptimum Φ_{RM}^* . Das Setzen eines Eigenkapitallimits EKL hat keinen Einfluss auf die Wahl einer Lösung.
- Bei Auszahlungsminimierung gilt: Überschreitet das für die Wahl der nutzenoptimalen Lösung einzugehende Risiko σ^* das auf Basis des Eigenkapitallimit EKL bestimmte Risikolimit σ_L , wird diejenige Lösung gewählt, welches gerade noch das Risikolimit σ_L bzw. Eigenkapitallimit EKL erfüllt. Im Beispiel kann im Falle von EKL_1 bzw. σ_{L1} weiterhin die global auszahlungsminimale Lösung mit σ^* gewählt werden, wobei das Eigenkapitallimit EKL_1 dabei nur in Höhe von $\delta\sigma^* < EKL_1$ ausgeschöpft wird. Im Falle von EKL_2 bzw. EKL_3 können dagegen nur die suboptimalen Lösungen σ_{L2} bzw. σ_{L3} mit jeweils niedrigerem Nutzenniveau $\Phi_{AM}(\sigma_{L3}) < \Phi_{AM}(\sigma_{L2}) < \Phi_{AM}(\sigma^*)$ erreicht werden. Die erwarteten, negativen Zahlungswirkungen μ_2 bzw. μ_3 sind dabei jeweils höher als bei μ^* . Die eingegangenen Risiken σ entsprechen in ihrer Höhe den Risikolimiten σ_{L2} bzw. σ_{L3} gemäß den Eigenkapitallimiten EKL_2 bzw. EKL_3 .
- Analog gilt für risikoaverses Entscheiden: Überschreitet das für die Wahl der nutzenoptimalen Lösung eingegangene Risiko σ_{ra} das auf Basis des Eigenkapitallimit EKL bestimmte Risikolimit σ_L , wird ebenso diejenige Lösung gewählt, welche gerade noch das Risikolimit σ_L bzw. Eigenkapitallimit EKL erfüllt. Im Beispiel wird im Falle von EKL_1 bzw. EKL_2 weiterhin die Lösung σ_{ra} gewählt, da diese nach wie vor das höchste Nut-

zenniveau $\Phi_{RA}^*(\sigma_{ra})$ besitzt. Im Fall von $EKL_3 < \delta\sigma_{ra}$ ist σ_{ra} keine zulässige Lösung und es muss somit auf σ_{L_3} mit $\Phi_{RA}(\sigma_{L_3}) < \Phi_{RA}^*(\sigma_{ra})$ zurückgegriffen werden.

Neben der Limitierung von Eigenkapital zur Abdeckung von Risiken in bestimmten Bereichen bzw. Prozessen stellen Auszahlungsbudgets bei Banken eine weitere Nebenbedingung dar, deren Auswirkungen im folgenden Abschnitt analysiert werden.

4.3.2. Nebenbedingung 2: Setzen von Auszahlungsbudgets

Budgets dienen bei Banken dazu, die Höhe von Auszahlungen für Geschäftsbereiche oder - wie in vorliegendem Fall - für bestimmte Prozesse zu limitieren. Durch das Setzen von Auszahlungsbudgets wird ebenso die Menge der zulässigen Lösungen eingeschränkt. Abbildung III.2-4 stellt exemplarisch drei Fälle AZB_i mit $i = 1, 2, 3$ von Auszahlungsbudgets vor. Diese sind jeweils durch ein unterschiedliches Auszahlungsniveau μ gekennzeichnet. Bei der Budgetierung werden üblicherweise erwartete Schäden $E(SA)$ ex ante berücksichtigt; gleichwohl ist SA eine Zufallsvariable, deren Ausgänge das gesetzte Budget auch überschreiten können, was durch das zu unterlegende Eigenkapital bis zur regulatorisch oder intern allokierten Höhe abgedeckt wird.

Betrachtet man Abbildung III.2-4, so kann für die Optimierungskalküle anhand der beispielhaften Auszahlungsbudgets AZB_i ($i=1, 2, 3$) als **Ergebnis 3** festgestellt werden:

- Bei Risikominimierung besitzt die Lösung das höchste Nutzenniveau Φ_{RM}^* , bei der die jeweiligen Auszahlungsbudgets AZB_i mit $i=1, 2, 3$ voll ausgeschöpft werden.
- Bei Auszahlungsminimierung wird (unabhängig von der Höhe des Auszahlungsbudgets AZB sowie des damit verbundenen Risikos σ) die Lösung gewählt, welche die geringsten negativen Zahlungswirkungen μ besitzt. Dabei wird für die Auszahlungsbudgets $AZB_i \geq \mu^*$ durch die auszahlungsminimale Lösung σ^* das Nutzenmaximum $\Phi_{AM}^*(\sigma^*)$ erreicht.
- Bei risikoaverser Entscheidung kann im Falle von AZB_3 und AZB_2 weiterhin die Lösung σ_{ra} mit dem höchsten Nutzenniveau $\Phi_{RA}^*(\sigma_{ra})$ gewählt werden. Dies gilt nicht für ein Auszahlungsbudget mit $AZB_1 < \mu_{ra}$, bei dem nur ein Nutzenniveau $\Phi_{RA}(\sigma_1) < \Phi_{RA}^*(\sigma_{ra})$ realisiert werden kann.

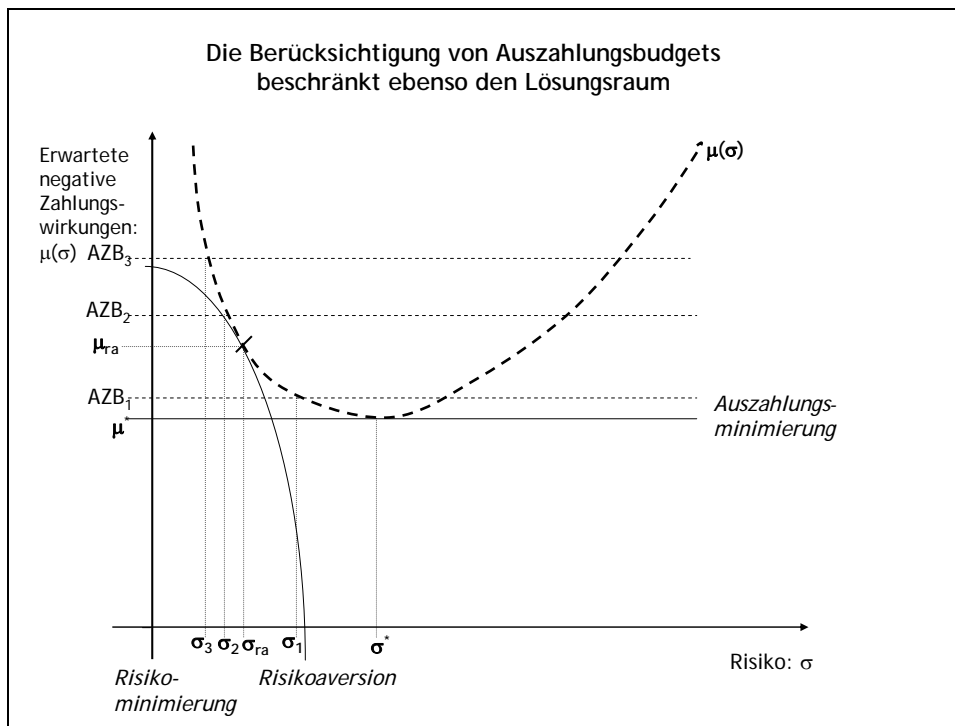


Abbildung III.2-4: Nutzenoptimale Lösungen bei Vorliegen von Auszahlungsbudgets

5. Fazit und Ausblick

Das vorgestellte Modell bildet den Trade-off zwischen prozessbezogenen Auszahlungen PA einerseits und erwarteten Schäden bei Eintreten operationeller Risiken $E(SA)$ und deren Eigenkapitalunterlegung EZ andererseits funktional ab. Unterstellt man in einer Bank das parallele Vorhandensein unterschiedlicher Optimierungskalküle und ihre Anwendung auf denselben betrachteten Prozess - wenn bspw. ein Prozess-Verantwortlicher Auszahlungen minimiert, während der Risikomanager Risiken minimiert - so ergeben sich - z. B. bei gleichzeitiger Ergreifung unterschiedlicher Maßnahmen für denselben Prozess - suboptimale Lösungen und damit Ineffizienzen. Je nach Optimierungskalkül bestehen unterschiedliche nutzenoptimale Lösungen σ mit daraus resultierenden erwarteten, negativen Zahlungswirkungen $\mu(\sigma)$. Darüber hinaus wurde im Modell gezeigt, dass bei Nebenbedingungen, wie das Setzen von Eigenkapitallimits bzw. Auszahlungsbudgets - je nach Optimierungskalkül - nur suboptimale Lösungen zulässt. Meist werden diese Nebenbedingungen in einer Bank zentral über die einzelnen Prozesse gesetzt. Dabei ist ein Austausch nicht ausgeschöpfter Eigenkapitallimits bzw. Auszahlungsbudgets zwischen den Prozessen nicht möglich. Aus einer Gesamtbanksicht werden somit Ineffizienzen geschaffen, da nicht ausgeschöpfte Limits bzw. Budgets bei anderen Prozessen mit bereits ausgeschöpften Limits bzw. Budgets zu einem höheren Nutzenniveau beitragen könnten. Durch die Anwendung dezentraler Allokationsmechanismen, wie dem dezentralen Handel von nicht

genutzten Eigenmitteln bzw. Budgets zwischen den Prozess-Verantwortlichen, können diese Ineffizienzen verringert werden (vgl. [Sand96]).

Es bestehen aufgrund der im Modell getroffenen Annahmen insbesondere folgende Limitationen, welche zugleich weitere Forschungsfragen aufwerfen:²³

- Im Modell wird ein Prozess betrachtet, welcher als unabhängig zu den übrigen Prozessen gilt. Die Modellierung von Wechselwirkungen zwischen den Prozessen (vgl. [BKS03]) dürfte weitere Ergebnisse für die bankweite Steuerung operationeller Risiken ergeben. Zeitliche Effekte werden in diesem einperiodigen Modell nicht betrachtet: Die Analyse zeitlicher Effekte, wie bspw. optimaler Investitionszeitpunkte oder Lernkurven, verspricht ebenso weitere Ergebnisse.
- Das Modell setzt voraus, dass durch die Anwendung von Steuerungsinstrumenten der gesamte Definitionsbereich von $\sigma \in (0, \infty)$ erzeugt werden kann. In der Realwelt ist jedoch davon auszugehen, dass nur einzelne diskrete Werte für bestimmte Handlungsalternativen vorliegen. Somit ist davon auszugehen, dass $\mu(\sigma)$ keine stetige Funktion darstellt. Darüber hinaus dürften in Realwelt nicht nur effiziente Handlungsalternativen vorliegen. Eine entsprechende Datengrundlage über Prozesse und deren zurechenbare Auszahlungen und Risiken dürfte ebenso nur teilweise vorhanden bzw. ökonomisch herstellbar sein. Speziell beim Einsatz neuer Technologien, dürfte in Ermangelung historischer Daten häufig Expertenmeinungen die Grundlage von Entscheidungen bilden. Weitere bankenübergreifende empirische Untersuchungen könnten in diesem Zusammenhang eine bessere Datengrundlage und damit Fundierung von Entscheidungen ermöglichen.
- Zur Vereinfachung wird die Schwere von Ereignissen als Konstante in Höhe der durchschnittlichen Verlusthöhe angenommen. In der Praxis ist insbesondere ein hoher Grad an Risikoaversion gegenüber seltenen Ereignissen mit existenzbedrohlicher Schwere zu beobachten. Denkbar wäre daher die Modellierung einer Nutzenfunktion, welche seltene Ereignisse mit großer Schwere stärker gewichtet (vgl. [AMM98]).

Die Steuerung operationeller Risiken in Bankprozessen bedarf einer integrierten Rendite-/Risikobetrachtung, um mögliche Lösungen entsprechend ihres Nutzens bankweit konsistent bewerten zu können. Dies schafft die Voraussetzung für effiziente Entscheidungen in der Optimierung von erwarteten Zahlungswirkungen und operationellen Risiken eines Prozesses, speziell bei limitiertem Eigenkapital bzw. Auszahlungsbudget.

²³ Das Modell geht in der Modellierung operationeller Risiken vom IMA-Ansatz aus. Modellierungen für weitere fortgeschrittene Ansätze nach Basel II [BCBS01A], wie der Verlust-Verteilungs-Ansatz (LDA) bzw. der Scorecard-Ansatz (SCA), dürften weitgehend zu den gleichen oder sehr ähnlichen Ergebnissen wie in unserem Modell führen.

Literatur

- [Alex03] Alexander, C.: Statistical models of operational loss, in: Alexander, C. (Ed.): Operational Risk - Regulation, Analysis and Management. Prentice Hall, 2003.
- [AMM98] Albrecht, P., Maurer, R., Möller, M.: Shortfall-Risiko/Excess-Chance-Entscheidungskalküle - Grundlagen und Beziehungen zum Bernoulli-Prinzip, in: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (ZWS) 118, S. 249-274, Duncker&Humblot, Berlin, 1998.
- [Ande01] Anders, U.: Qualitative Anforderungen an das Management operativer Risiken, in: Die Bank, 41, 6, 2001.
- [BaBa02] Bamberg, G., Baur, F.: Statistik, 10. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 2002.
- [BCBS01A] Basel Committee on Banking Supervision: Regulatory Treatment of Operational Risk, Working Paper No. 8, Basel, September 2001.
- [BCBS01B] Basel Committee on Banking Supervision: Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk, Basel Committee Publications No. 86, Basel, Dezember 2001.
- [BCBS03A] Basel Committee on Banking Supervision: The 2002 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk: Summary of the Data Collected. Basel, März 2003.
- [BCBS03B] Basel Committee on Banking Supervision: Die Neue Baseler Eigenkapitalvereinbarung, Übersetzung der Deutschen Bundesbank, April 2003.
- [BeKa00] Beeck, H., Kaiser, T.: Quantifizierung von Operational Risk. In Johanning, L., Rudolph, B. (Hrsg.). Handbuch Risikomanagement, Uhlenbruch Verlag, Bad Soden/Ts., 2000.
- [Bern38] Bernoulli, D.: Specimen theoriae novae de mensura sortis. Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, 5 (1738), S.175-192. Deutsche Übersetzung von Pringsheim, A.: Die Grundlagen moderner Wertlehre: Daniel Bernoulli, Versuch einer neuen Theorie der Wertbestimmung von Glücksfällen. Leipzig, 1896.
- [BKS03] Buhl, H. U., Kreyer, N., Schroeder, N.: Investitionsentscheidungen im Multi-Channel-Customer-Relationship Management. In: Geyer-Schulz, A., Taudes, A., Hrsg., Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft - Symposium, GI-Edition Lecture Notes in Informatics, Wien, (Österreich), September 2003, 33. Band, Köllen Druck + Verlag, Bonn, 2003.
- [Brin00] Brink, J. van den: Operational Risk: Wie Banken das Betriebsrisiko beherrschen, Dissertation, St. Gallen, 2000.
- [Bron87] Bronstein, N.: Taschenbuch der Mathematik, Deutsche Übersetzung, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt, 1987.

[Buhr00] Buhr, R.: Messung von Betriebsrisiken - ein methodischer Ansatz, in: Die Bank, 40, 3, 2000.

[Cruz02] Cruz, M. G.: Modeling, measuring and hedging operational risk. John Wiley & Sons., Chichester, 2002.

[Ebnö01] Ebnöter, S., Vanini, P., McNeil, A., Antolinez-Fehr, P.: Modelling Operational Risk. Working Paper, ETH Zürich, Dez. 2001.

[EGR02] Eller, R., Gruber, W., Reif, M. (Hrsg.): Handbuch Operationelle Risiken - Aufsichtsrechtliche Anforderungen, Quantifizierung und Management, Praxisbeispiele. Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart, 2002.

[FaKo03] Faisst, U., Kovacs, M.: Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich, in: Die Bank, 43, 5, 2003, S.342-349.

[FrHa90] Franke, G., Hax, H.: Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt. 2. Aufl., Berlin, 1990.

[FRK02] Füser, K., Rödel, K., Kang, D.: Identifizierung und Quantifizierung von Operational Risk, in: FinanzBetrieb, 4, 9, 2002, S. 495- 502.

[Hoff02] Hoffman, D. G.: Managing Operational Risk - 20 Firmwide Best Practice Strategies. John Wiley & Sons., Chichester, 2002.

[Jörg02] Jörg, M.: Operational Risk - Herausforderung bei der Implementierung von Basel II. Diskussionsbeiträge zur Bankbetriebslehre, Hochschule für Bankwirtschaft, Frankfurt, 2002.

[LoHe03] Locarek-Junge, H., Hengmith, L.: Management des operationalen Risikos der Informationswirtschaft in Banken, in: Geyer-Schulz, A., Taudes, A., Hrsg., Informationswirtschaft: Ein Sektor mit Zukunft - Symposium, GI-Edition Lecture Notes in Informatics, Wien, (Österreich), September 2003, 33. Band, Köllen Druck + Verlag, Bonn, 2003.

[Mars01] Marshall, C. L.: Measuring and Managing Operational Risk in Financial Institutions, John Wiley & Sons., Chichester, 2001.

[Piaz01] Piaz, J.-M.: Operational Risk Management bei Banken, Versus Verlag, Zürich, 2001.

[Sand96] Sandbiller, K.: Dezentrale Eigenkapitalsteuerung in Banken mit Hilfe interner Elektronischer Märkte, in: Wirtschaftsinformatik 38, 3, 1996, S. 293-298.

[Spah01] Spahr, R.: Steuerung operationaler Risiken im Electronic und Investment Banking, in: Die Bank, 41, 9, 2001.

[Wurm01] Wurm, S.: Die Anwendung von Elastizitäten bei der Quantifizierung operationeller Risiken, in: Die Bank, 41, 8, 2001, S. 598-600.

Anhang

Der Internal Measurement Approach von Basel II geht von einer binomial-verteilten Häufigkeit Q mit $E(Q) = E(EI \cdot PE) = \lambda$ der Schadensereignisse aus, welche für kleine PE näherungsweise als poisson-verteilt angesehen werden kann (vgl. [BaBa02]). Es gilt nach [Alex03]:

$$REK = \gamma \cdot \lambda \cdot LGE \quad (a) \text{ sowie } REK = SA^{0,999} - E(SA) \quad (b)$$

mit $SA^{0,999}$ als 99,9%-Quantil und mit $E(SA) = SA^{0,5}$ als Erwartungswert der Verteilung SA .

Setzt man (a) und (b) gleich und löst nach γ auf, erhält man (c):

$$\gamma = \frac{SA^{0,999} - E(SA)}{\lambda \cdot LGE} = \frac{SA^{0,999} - E(SA)}{E(SA)} = \frac{SA^{0,999} - \frac{\sigma_{SA}^2}{LGE}}{\frac{\sigma_{SA}^2}{LGE}} = \frac{Q^{0,999} - \lambda}{\lambda} \quad (c)$$

$$\text{mit } \sigma_{SA} = \sqrt{\lambda \cdot (1 - PE)} \cdot LGE = \sqrt{\lambda} \cdot LGE \quad (\text{Annäherung für kleine } PE).$$

Um die Bandbreite von γ einzuschränken, wird δ definiert als: $\delta = \gamma \cdot \sqrt{\lambda} \quad (d)$

Für das poisson-verteilte Q mit $E(Q) = E(EI \cdot PE) = \lambda$ gilt folgende Tabelle III.2-2 nach [Alex03]:

$E(Q)=\lambda$	100	50	40	30	20	10
$Q^{0,999}$	131.805	72.751	60.452	47.812	34.714	20.662
δ	3.180	3.218	3.234	3.252	3.290	3.372
γ	0.318	0.455	0.511	0.594	0.736	1.066
$E(Q)=\lambda$	8	6	5	4	3	2
$Q^{0,999}$	17.630	14.449	12.771	10.956	9.127	7.113
δ	3.405	3.449	3.475	3.478	3.537	3.615
γ	1.204	1.408	1.554	1.739	2.042	2.556
$E(Q)=\lambda$	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$Q^{0,999}$	4.868	4.551	4.234	3.914	3.584	3.255
δ	3.868	3.848	3.839	3.841	3.853	3.896
γ	3.868	4.056	4.292	4.591	4.974	5.510
$E(Q)=\lambda$	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.01
$Q^{0,999}$	2.908	2.490	2.072	1.421	1.065	0.904
δ	3.965	3.998	4.187	4.176	4.541	8.940
γ	6.269	7.300	9.362	13.205	20.306	89.401

Tabelle III.2-2: Übersicht γ / δ -Werte bei konstanten durchschnittlichen Verlusthöhen LGE

Anmerkung: $Q^{0,999}$ ist das 99,9 % Quantil der Verteilung Q .

III.3. Beitrag: „An Optimization Model for the Management of Security Risks in Banking Companies”

Autoren: Ulrich Faisst, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Oliver Prokein, IIG - Abteilung Telematik, Universität Freiburg,
Friedrichstraße 50, D-79098 Freiburg,
Email: prokein@iig.uni-freiburg.de,
<http://www.telematik.uni-freiburg.de>.

Vorgestellt bei: IEEE Conference on E-Commerce Technology in München.

Erschienen in: Müller, G., Lin, K.-J. (Hrsg.): Proceedings der Seventh IEEE International Conference on E-Commerce Technology CEC 2005, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2005, S. 266-273.

Abstract:

Increasing importance of information and communication technologies (ICT), new regulatory obligations (e.g. Basel II) and growing external risks (e.g. hacker attacks) put Security Risks in the management focus of banking companies. The management has to decide whether to accept Expected Losses or to invest into Technical Security Mechanisms in order to decrease the frequency of events or to invest in Insurance Policies in order to lower the severity of events. This paper contributes to the development of an optimization model that aims to determine the optimal amount to be invested in technical Security Mechanisms and Insurance Policies. Furthermore the model considers budget and risk limits as constraints and is supposed to help practitioners in controlling Security Risks.

1. Introduction

Due to the increasing virtualization of business processes and the cumulative adoption of ICT involved, Security Risks have lately gained in significance. The “Electronic Commerce Enquête IV” inquiry carried out in August 2004 concluded that the majority of German banking companies plan to increase the investments in ICT within the next two years [SaSt05].

However, the rising deployment of ICT implicates increasing Security Risks. Increasing Investments in Technical Security Mechanisms and Insurance Policies generally lead to lower Expected Losses and Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge, et vice versa [Fais04]. Thus, a trade-off exists between the Expected Losses and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge on the one hand and the Investments in Technical Security Mechanisms and Insurance Policies on the other.

In practice, such investment decisions depend on explicit responsibilities within a company. In case, where an explicit responsibility exists, the decision-maker will tend to make every possible investment within his budget, although holistically viewed not every investment is profitable. If no explicit responsibility exists, the decision-maker will tend to minimize costs and therefore neglects further investments, although such investments are profitable in a holistic view.

This paper aims at developing an optimization model that is able to map the described trade-off between the Expected Losses and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge on the one hand and the Investments in Security Mechanisms and Insurance Policies on the other in a decision calculation. Moreover, the model helps to allocate available budgets to Security Mechanisms (ex-ante prevention) and into Insurance Policies (ex-post risk transfer) in an efficient way. In order to lay the basic principles for the model we will first portray the risk management process.

2. The Risk Management Process

The activities of risk management can be illustrated according to the risk management process. The process contains the four phases of identification, quantification, controlling and monitoring [Piaz01]. The risk management process is illustrative and may not be interpreted as a unique operational sequence. In practice, it is necessary to improve the process continuously and challenge the results critically.

Identification Phase

Within the scope of the identification phase, the Security Risks are identified and classified. Security in ICT covers the wide range from the physical protection of the hardware to the protection of personal data against deliberate attacks [MüEK03]. In an open information system like the Internet, one cannot assume, that all parties involved (such as communication partners, services providers etc.) trust or even know each other [MüRa99]. Therefore, the analy-

sis of security requires not only the observation of external attackers but also the inclusion of all parties involved as potential attackers. The concept of multilateral security [MüRa99] considers the security requirements of all parties involved. The Security Risks result from the threat of the so-called four protection goals of multilateral security [Rann98]:

- *Loss of Confidentiality*, i.e. the risk of unauthorized gain of information.
- *Loss of Integrity*, i.e. the risk of unauthorized modification or erasure of information and data.
- *Loss of Accountability*, i.e. the risk of illegal irresponsibility.
- *Loss of Availability*, i.e. the risk of unauthorized impairment of the functionality.

Protection Goals	Selected Attacks	Potential Economic Impacts
Confidentiality	Hacker-Attacks, Industry-Spying, Access Misuse etc.	Loss of Competitive Advantage, Liability Claims of Third, Punishments etc.
Integrity	Sabotage, Man-in-the-Middle-Attack, Computer Bug etc.	Loss of Data, Business Interruption, Sales Shortfall etc.
Accountability	IP-Spoofing, Social Hacking, Inadequate Access Control etc.	Loss of Image, Business Interruption, Liability Claims of Third etc.
Availability	DDOS, Virus, Hard Failure etc.	Loss of Recovery, Loss of Market Share etc.

Table III.3-1: Economic impacts of attacks

Table III.3-1 illustrates selected attacks and their potential economic impacts. The probability of loss occurrence arises from the observed attacks, the amount of losses from the economic impacts.

Quantification Phase

The identified Security Risks are measured by the use of different methods within the quantification phase [Cruz02]. So far, no quantification model has been developed for the measurement of the Security Risks, defined above. These Security Risks are however a subset of Operational Risks. The Basel Committee on Banking Supervision defines Operational Risk as the risk of loss resulting from inadequate or failed internal processes, people and systems or from external events [BCBS03].¹ For the measurement of this Operational Risk the com-

¹ This definition includes legal risk, but excludes strategic and reputational risk.

mittee suggests five different quantification methods in order to determine the Regulatory Capital Charge. The models reach from simple, factor-based approaches to complex stochastic loss distribution models based on the Value-at-Risk [BCBS01], [BCBS03]. Beyond that, further methods exist for the quantification of Operational Risks, as for instance questioning techniques or causal methods, like Bayesian Belief Networks [FaKo03].

Controlling Phase

Based on the identified and quantified Security Risks, decisions on carrying, decreasing, avoidance as well as the transfer of the Security Risks are made within the controlling phase.

Technical Security Mechanisms can be used to control ex-ante Security Risks. Table III.3-2 illustrates selected Security Mechanisms. We assume that Security Mechanisms are appropriate for reducing the Expected Loss Frequency of successful attacks ex-ante.

Protection Goals	Selected Security Mechanisms
Confidentiality	Symmetric and Asymmetric Cryptography, Firewalls, VPN, Stenography, Broadcast etc.
Integrity	Digital Signatures, Message Authentication Codes, Virus Scanner etc.
Accountability	Digital Signatures, Public-Key-Infrastructures, Watermarking etc.
Availability	Patches, Backup-Systems, IDS, Physical Protection, etc.

Table III.3-2: Protection goals and Security Mechanisms

Moreover, banking companies are able to transfer the amount of losses *ex-post* by Insurance Policies. However, due to the characteristics, not every security risk is insurable. Various catalogues of criteria have been developed in the past in order to examine insurability. The five criteria of KARTEN are referred to below [Kart79]:

- The criterion of *fortuitousness* demands that the event causing the case has to be uncertain and unaffected.
- *Unambiguousness* assumes that the occurrence and the amount of losses are verifiable in an objective way.
- *Estimability* targets the problem of insufficient knowledge. An insurance company must be able to estimate the probability of occurrence and the average amount of losses.
- *Independence* refers to positively related risks that should be excluded so as to ensure a process of fortuity of the insured loss given events of the business in force.

- The last criteria, *size* refers to the maximum damage that can result from a single risk. Because it is difficult to quantify the damages exactly, insurance companies only agree to cover a certain percentage of the amount of losses.

With regard to these criteria, *table III.3-3* illustrates that only threats of the protection goals integrity and availability are insurable [Grze02].

Protection Goals	Insurability	Problems
Confidentiality	Not Applicable	Definite Causal Connection, provability, quantification
Integrity	Yes	Low Limits of Coverage, Expensive Technical Security Precautions
Accountability	Not Applicable	Definite Causal Connection, Provability
Availability	Yes	Low Limits of Coverage, Expensive Technical Precautions

Table III.3-3: Insurability of Security Risks

Monitoring Phase

The *monitoring phase* encompasses all procedures and techniques, which are necessary for a continuous monitoring of the Security Risks. Thereby it is analyzed, if

- all the occurred events have been prior identified as possible events,
- the distribution of probabilities of occurrence of events and the distribution of severities of losses have been anticipated within the quantification phase,
- the selected controlling measures have lead to the desired results.

This paper focuses on the controlling phase. In the following it will be investigated, which combinations of ex-ante and ex-post controlling measures lead to an efficient solution.

3. A Controlling Model for Security Risks

The model aims to solve the trade-off between the Expected Losses and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge on the one hand and the Investments in Security Mechanisms and Insurance Policies on the other. Thereby, the amount to be invested in Security Mechanisms and Insurance Policies will be optimized.

3.1. *Assumptions (in italics)*

The time horizon accounts for a single period.

Assumption 1: Independence of a Single Information System

In the following, an open single information system is regarded. It is assumed that no dependencies exist to other information systems.

Assumption 2: Relevant Cashflow Parameters

The Expected Total Negative Cashflow μ of the information system is composed of the items Expected Losses due to Security Risks $E(L)$, the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge RCC , the Investments in Security Mechanisms I_{SM} and the Investments in Insurance Policies I_{Ins} .

$$\mu = E(L) + RCC + I_{SM} + I_{Ins} \quad (1)$$

The stochastic cashflow item L as well as the deterministic cashflow items RCC , I_{SM} and I_{Ins} are estimated ex-ante.

Assumption 2a: Expected Losses due to Security Risks

As mentioned in section 2, the Basel Committee on Banking Supervision proposes five different approaches to quantify Operational Risks, such as Security Risks. The proposed Internal Measurement Approach [BCBS03] is modified to quantify the Expected Losses $E(L)$:

$$\begin{aligned} E(L) &= E[(a \cdot N) \cdot (b \cdot LGE)] \\ &= (a \cdot E(N)) \cdot (b \cdot LGE) \quad (2), \\ &= (a \cdot \lambda) \cdot (b \cdot LGE) \end{aligned}$$

*with: $E(N)=\lambda$:= Expected Frequency of Occurrence²,
 a := Percentage of Successful Attacks,
 LGE := Expected Loss Given Events,
 b := Percentage of not Insured Loss Given Events.*

According to the Internal Measurement Approach $E(L)$ arises as a result of multiplying the expected frequency of occurrence λ by the Expected Loss Given Events LGE (with $LGE > 0$). For simplicity, we assume constant LGE . We assume, that Investments in Security Mecha-

² In the following, we refer to $E(N)$ as λ . The Basel Committee on Banking Supervision defines the Expected Frequency of Occurrence $E(N)=\lambda$ as a the product of an Exposure Indicator (EI) with the Probability of Events (PE) per exposure. Therefore N is a random variable of the Loss Frequency.

nisms can reduce the Expected Frequency of Occurrence λ ex-ante by the so called Security Level (SL=1-a). The Security Level represents the percentage of prevented attacks through the implementation of Technical Security Mechanisms. In order to make allowance for the impacts of these mechanisms, the Expected Frequency of Occurrence is multiplied by the factor a (whereby $0 < a \leq 1$) that represents the Percentage of Successful Attacks. We further assume that Investments in Insurance Policies can reduce the amount of losses LGE by the so called Insurance Level (IL=1-b). The Insurance Level represents the percentage of the transferred respective insured Loss Given Events. In order to make allowance for the impacts of Insurance Policies, the Expected Loss Given Events are multiplied by the factor b (whereby $0 < b \leq 1$) that represents the percentage of not insured loss given events.

The Internal Measurement Approach assumes a binomial-distribution for λ . However, the binomial distribution approaches the Poisson distribution for large numbers of observed attacks with a small probability of occurrence. The Poisson distribution exhibits the characteristic that the variance corresponds to the expectancy value.

$$\sigma^2 = a \cdot \lambda \quad (3).$$

For constant LGE, the standard deviation of Security Risks is given by:

$$\sigma_{SR} = \sqrt{a \cdot \lambda} \cdot (b \cdot LGE) \quad (4).$$

Assumption 2b: Opportunity Costs of Regulatory Capital Allocation

According to the Internal Measurement Approach [BCBS01], the Regulatory Capital Charge K is given by:

$$K = \gamma \cdot E(L) \quad (5)$$

The Capital Charge K arises as a result of multiplying E(L) by the so-called gamma-factor γ^3 . With an interest rate of r, the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge RCC are given by:

$$RCC = r \cdot K = r \cdot \gamma \cdot E(L) \quad (6).$$

The Opportunity Costs RCC exhibit a deterministic character. The standard deviation σ_{RCC} is therefore given by:

$$\sigma_{RCC} = 0 \quad (7).$$

³ The gamma-factor translates the estimate of Expected Losses into a Capital Charge [BCBS01].

Assumption 2c: Investments in Security Mechanisms

We assume that the Probability of Loss Occurring λ can be reduced ex-ante by implementing Security Mechanisms.

$$I_{SM} = \left(\frac{\lambda \cdot LGE}{[a \cdot \lambda \cdot LGE]^\beta} - 1 \right) \quad (8)$$

with: $I_{SM} = 0$ for $a = \beta = 1$;

$I_{SM} > 0$ for $0 < a < 1$ and $0 < \beta < 1$.

According to assumption 2a and equation (8), there is an inversely proportional relationship between the Investments in Security Mechanisms I_{SM} and the Percentage of Successful Attacks a for a constant calibration factor β . This calibration factor determines the sensitivity of the relationship (whereby $0 < \beta \leq 1$). According to assumption 2a, increasing Investments in Security Mechanisms I_{SM} implicate decreasing Expected Losses $E(L)$ et vice versa.

Similar to the Opportunity Costs, the Investments in Security Mechanisms I_{SM} exhibit a deterministic character. The standard deviation is therefore given by:

$$\sigma_{SM} = 0 \quad (9).$$

Assumption 2d: Investments in Insurance Policies

If the Security Risks fulfill the criteria of insurability, banking companies are able to reduce the extent of damage ex-post by Investments in Insurance Policies.

$$I_{Ins} = \left(\frac{\lambda \cdot LGE}{[b \cdot \lambda \cdot LGE]^\delta} - 1 \right) \quad (10).$$

with: $I_{Ins} = 0$ for $b = \delta = 1$;

$I_{Ins} > 0$ for $0 < \beta < 1$ and $0 < \delta < 1$.

Analogous to the Investments in Security Mechanisms we assume an inversely proportional relationship between the Investments in Insurance Policies I_{Ins} and the percentage of not insured Loss Given Events b for a constant calibration factor δ . This calibration factor determines the sensitivity of the relationship (whereby $0 < \delta \leq 1$). According to assumption 2a, increasing Investments in Insurance Policies I_{Ins} implicate decreasing $E(L)$, et vice versa.

The Investments in Insurance Policies I_{Ins} exhibit a deterministic character and the standard deviation is given by:

$$\sigma_{Ins} = 0 \quad (11).$$

Assumption 3: Solution Space with continuous σ and its transformation on $\mu(\sigma)$:

We assume that any number of $\sigma \in (0, \infty)$ exists and the corresponding cashflows can be mapped through the continuous function $\mu(\sigma)$.⁴ Only one σ can be realized, combinations are not possible.

3.2. Determining the Optimal Security and Insurance Level

In order to determine the optimal Security- and Insurance Level (SL^*, IL^*) and the corresponding optimal amount to be invested in technical Security Mechanisms I_{SM}^* and Insurance Policies I_{INS}^* , we assume a risk neutral decision-maker that aims at minimizing his Expected Total Negative Cashflow μ .

The Expected Total Negative Cashflow is obtained by the substitution of (2), (6), (8) and (10) in (1):

$$\mu = (1 + r \cdot \gamma) \cdot (a \cdot \lambda) \cdot (b \cdot LGE) + \frac{\lambda \cdot LGE}{(a \cdot \lambda \cdot LGE)^\beta} + \frac{\lambda \cdot LGE}{(b \cdot \lambda \cdot LGE)^\delta} - 2 \quad (12).$$

The derivation of equation (12) with respect to a is given by:

$$\frac{\partial \mu}{\partial a} = \lambda \cdot (1 + r \cdot \gamma) \cdot (b \cdot LGE) - \beta \cdot \frac{\lambda \cdot LGE}{(\lambda \cdot LGE)^\beta \cdot a^{\beta+1}} \quad (13),$$

$$\frac{\partial^2 \mu}{\partial^2 a} = \beta \cdot (\beta + 1) \cdot \frac{\lambda \cdot LGE}{(\lambda \cdot LGE)^\beta \cdot a^{\beta+2}} > 0 \quad (14).$$

Equation (13) fulfills the necessary and (14) the sufficient condition of a minimum of the Expected Total Negative Cashflow. Transformation of (13) leads to:

$$a = \frac{\left(\frac{\beta \cdot \lambda \cdot LGE}{b \cdot (1 + r \cdot \gamma)} \right)^{\frac{1}{\beta+1}}}{\lambda \cdot LGE} \quad (15).$$

The derivation of the variable b is obtained analogous and is given by:

⁴ Thus, it is assumed that any number of σ can be obtained. In reality only a finite number of discrete values of σ exist. Another simplification is the assumption that for any number of σ a continuous function $\mu(\sigma)$ exists.

$$b = \frac{\left(\frac{\delta \cdot \lambda \cdot LGE}{a \cdot (1+r \cdot \gamma)} \right)^{\frac{1}{\delta+1}}}{\lambda \cdot LGE} \quad (16).$$

Substitution of (16) in (15) and (15) in (16) leads to

$$a^* = (\lambda \cdot LGE)^{\frac{\delta - \beta(\delta+1)}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \cdot \left(\frac{\beta^{(1+\delta)}}{\delta \cdot (r \cdot \gamma + 1)^\delta} \right)^{\frac{1}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \quad (17),$$

$$b^* = (\lambda \cdot LGE)^{\frac{\beta - \delta(\beta+1)}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \cdot \left(\frac{\delta^{(1+\beta)}}{\beta \cdot (r \cdot \gamma + 1)^\beta} \right)^{\frac{1}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \quad (18).$$

The optimal Security Level SL^* and Insurance Level IL^* are (see assumption 2a)

$$SL^* = 1 - a^* \quad (19),$$

$$IL^* = 1 - b^* \quad (20),$$

and therefore obtained by substitution of (17) in (19) and (18) in (20):

$$SL^* = 1 - \left[(\lambda \cdot LGE)^{\frac{\delta - \beta(\delta+1)}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \cdot \left(\frac{\beta^{(1+\delta)}}{\delta \cdot (r \cdot \gamma + 1)^\delta} \right)^{\frac{1}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \right] \quad (21),$$

$$IL^* = 1 - \left[(\lambda \cdot LGE)^{\frac{\beta - \delta(\beta+1)}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \cdot \left(\frac{\delta^{(1+\beta)}}{\beta \cdot (r \cdot \gamma + 1)^\beta} \right)^{\frac{1}{\beta \cdot (\delta+1) + \delta}} \right] \quad (22).$$

The minimum of the Expected Total Negative Cashflow $\mu^*(a^*, b^*)$ is obtained by the substitution of the equations (17) and (18) in equation (12). In doing so, it is further possible to determine the optimal amount to be invested in Security Mechanisms I_{SM}^* and Insurance Policies I_{Ins}^* :

$$I_{SM}^* = \frac{\lambda \cdot LGE}{\left[(\lambda \cdot LGE)^{\left(\frac{2\delta}{(1+\delta)\beta + \delta} \right)} \cdot \left(\frac{\beta^{(1+\delta)}}{\delta \cdot (1+r \cdot \gamma)^\delta} \right)^{\left(\frac{1}{(1+\delta)\beta + \delta} \right)} \right]^\beta} - 1 \quad (23) \text{ and}$$

$$I_{Ins}^* = \frac{\lambda \cdot LGE}{\left[(\lambda \cdot LGE)^{\left(\frac{2\beta}{(1+\delta)\beta + \delta} \right)} \cdot \left(\frac{\delta^{(1+\beta)}}{\beta \cdot (1+r \cdot \gamma)^\delta} \right)^{\left(\frac{1}{(1+\delta)\beta + \delta} \right)} \right]^\delta} - 1 \quad (24).$$

The mapped area in *figure III.3-1* illustrates all possible $\mu(a,b)$ -combinations and the corresponding security and Insurance Level (SL, IL) for given values of β and δ . However, there is only one minimum in $\mu^*(a^*, b^*)$ and therefore only one efficient (SL^*, IL^*) -solution.

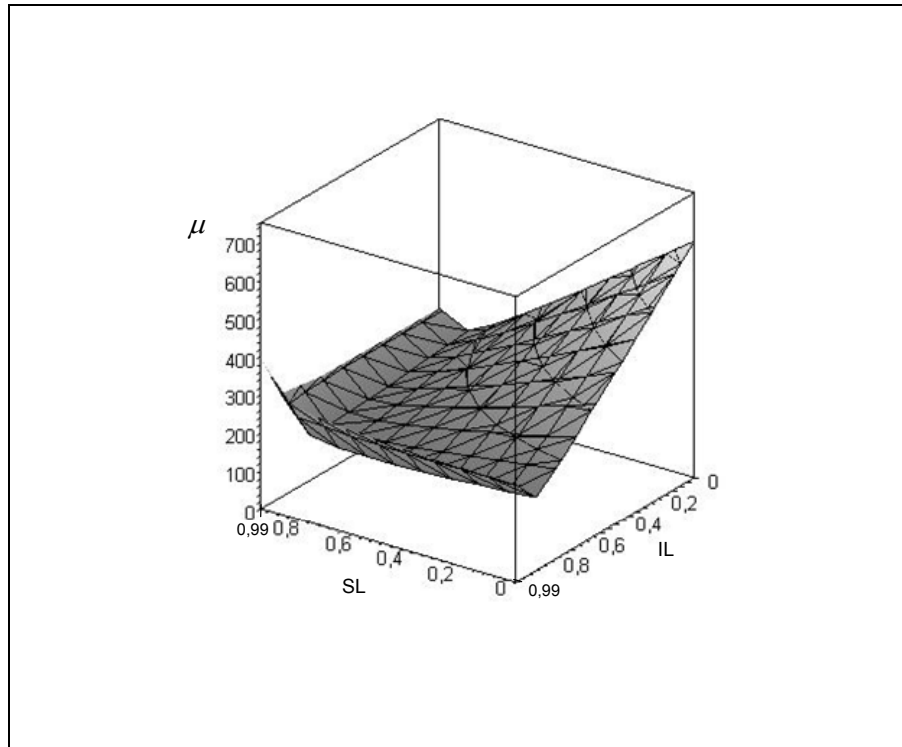


Figure III.3-1: Minimum of the Expected Total Negative Cashflow.⁵

Example 1: Consider the following instance for the model: $\beta = 0,2$; $\delta = 0,6$; $r = 0,1$; $LGE = 1.000$; $\lambda = 0,3$; $\gamma = 7,3$. The optimal Security and Insurance Level are given by $SL^* = 0,58$ (with $a^* = 0,42$) and $IL^* = 0,9$ (with $b^* = 0,1$). Therefore a banking company would invest $I_{SM}^* = 112,99$ in technical Security Mechanisms and $I_{Ins}^* = 36,99$ in Insurance Policies. The Expected Loss equals the value $E(L) = 13,18$ and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge $RCC = 9,62$. Therefore the minimum of the Expected Total Negative Cashflow is given by $\mu^* = 172,78$.

⁵ According to assumption 2a, the domains of a , b and SL , IL respectively are given by $a, b \in]0,1]$ and $SL, IL \in [0,1[$. The closer SL, IL approaches to 1, the greater the Expected Total Negative Cashflow μ . Therefore, μ is not limited and can rise infinitely. For illustration reasons, the plotted graph shows all the SL, IL -combinations within the domain $[0, 0.99]$.

Result 1: For any given values of (β, δ) only one minimum of the Expected Total Negative Cashflow $\mu^*(a^*, b^*)$, respective (SL^*, IL^*) -solution exists.

3.3. Constraints and their Impacts

In practice, constraints like limits for Regulatory Capital Charge and Budget Limits affect the controlling of Security Risks. We will further analyze the impacts of constraints on the minimal Expected Total Negative Cashflow μ^* .

In order to analyze the impacts, we will first transform the Expected Total Negative Cashflow in an equation dependent on the standard deviation. The standard deviation of the Expected Total Negative Cashflow σ_{ETNC} arises by considering (3), (7), (9) and (11):

$$\sigma_{ETNC} = \sigma_{SR} = \sqrt{a \cdot \lambda \cdot (b \cdot LGE)} \quad (23).$$

$$\Rightarrow a \cdot \lambda = \frac{\sigma_{ETNC}^2}{(b \cdot LGE)^2} \quad (24)$$

In the following, σ_{ETNC} is denoted as σ .

We obtain EL, RCC, and I^{SM} in dependence of σ by the substitution of (24) in (2), (6) and (8):

$$EL = \frac{\sigma^2}{b \cdot LGE} \quad (25),$$

$$RCC = r \cdot \gamma \cdot \frac{\sigma^2}{b \cdot LGE} \quad (26) \text{ and}$$

$$I_{SM} = \left(\frac{b}{\sigma}\right)^{2\beta} \cdot \lambda \cdot LGE^{1+\beta} - 1 \quad (27).$$

The Expected Total Negative Cashflow $\mu(\sigma)$ is obtained based on (25), (26), (27) and (10):

$$\mu = (1 + r \cdot \gamma) \cdot \frac{\sigma^2}{b \cdot LGE} + \left(\frac{b}{\sigma}\right)^{2\beta} \cdot \lambda \cdot LGE^{\beta+1} + \frac{b \cdot LGE}{(b \cdot \lambda \cdot LGE)^\delta} - 2 \quad (28)$$

Equation (26) describes $\mu(\sigma)$ as a continuous function in dependence of σ . $\mu(\sigma)$ thereby maps the domain $\sigma \in (0, \infty)$ well defined on $\mu(\sigma) \in (\mu^*, \infty)$. Figure III.3-2 illustrates the trade-off between the Expected Losses $E(L)$ and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge RCC on the one hand and the Investments in Security Mechanisms I_{SM} and Insurance Policies I_{Ins} on the other. The Expected Total Negative Cashflow $\mu(\sigma)$ thereby possesses only one minimum in $\mu^*(\sigma^*)$.

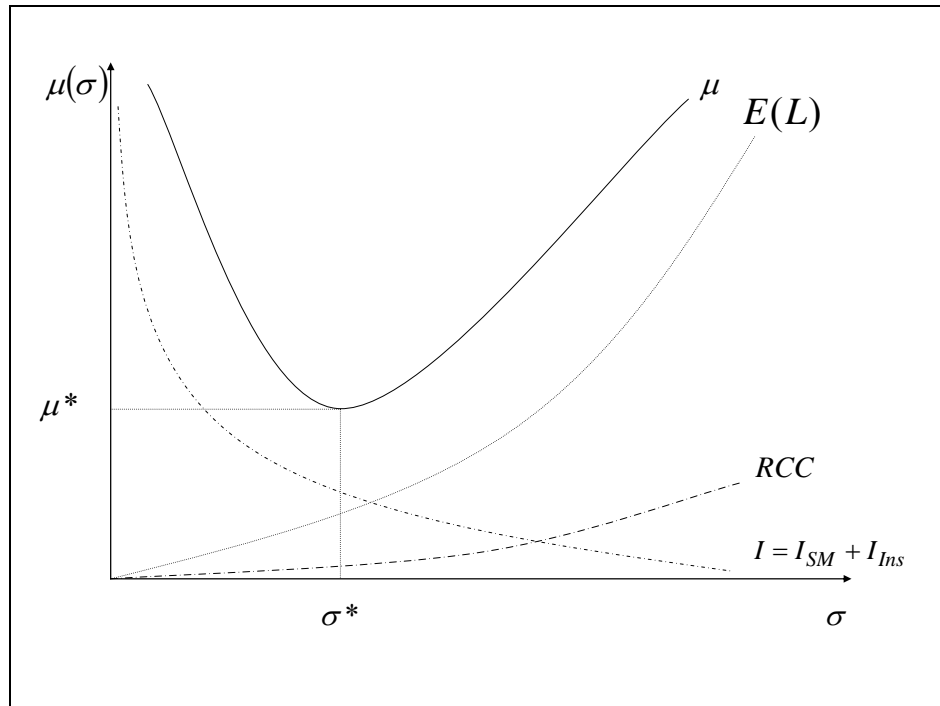


Figure III.3-2: Trade-off between $E(L)$ and RCC on the one hand and I_{SM} and I_{Ins} on the other.

Example 2: Analogous to example 1, we consider the following instance for the model: $\beta = 0,2$; $\delta = 0,6$; $r = 0,1$; $LGE = 1.000$; $\lambda = 0,3$; $\gamma = 7,3$; $SL^* = 0,58$ (with $a^* = 0,42$), $IL^* = 0,9$ (with $b^* = 0,1$). and $\mu^* = 172,78$. Substituting these values in (26) leads to an optimal risk level amounting to $\sigma^* = 36,17$.

As mentioned above, the minimum of the Expected Total Negative Cashflow $\mu^*(a^*, b^*)$, respectively (SL^*, IL^*) -solution, is derived by equation (12) in connection with (19) and (20). The appropriate optimal risk level σ^* can be determined by equation (26) in conjunction with μ^* .

Constraint 1: Limits of the Regulatory Capital Charge

Composing Limits of the Regulatory Capital Charge determines the amount of risks a banking company is prepared to carry. We now assume that a banking company defines a Limit of the Regulatory Capital Charge LRCC for a single information system. In doing, so the amount of feasible solutions is restricted. In order to illustrate the impacts on the Expected

Total Negative Cashflow, we consider two different Limits of the Regulatory Capital Capital $LRCC_i$ ($i = 1,2$).

The two limits $LRCC_{1,2}$ are represented in *figure III.3-3*. $LRCC_1$ cuts the Expected Total Negative Cashflow in (μ_1, σ_1) . In this case, the banking company is further able to realize the global minimum of the Expected Total Negative Cashflow in (μ^*, σ^*) . Therefore, the Limit of the Regulatory Capital Charge $LRCC_1$ does not tap the full potential ($\sigma^* < \sigma_1$).

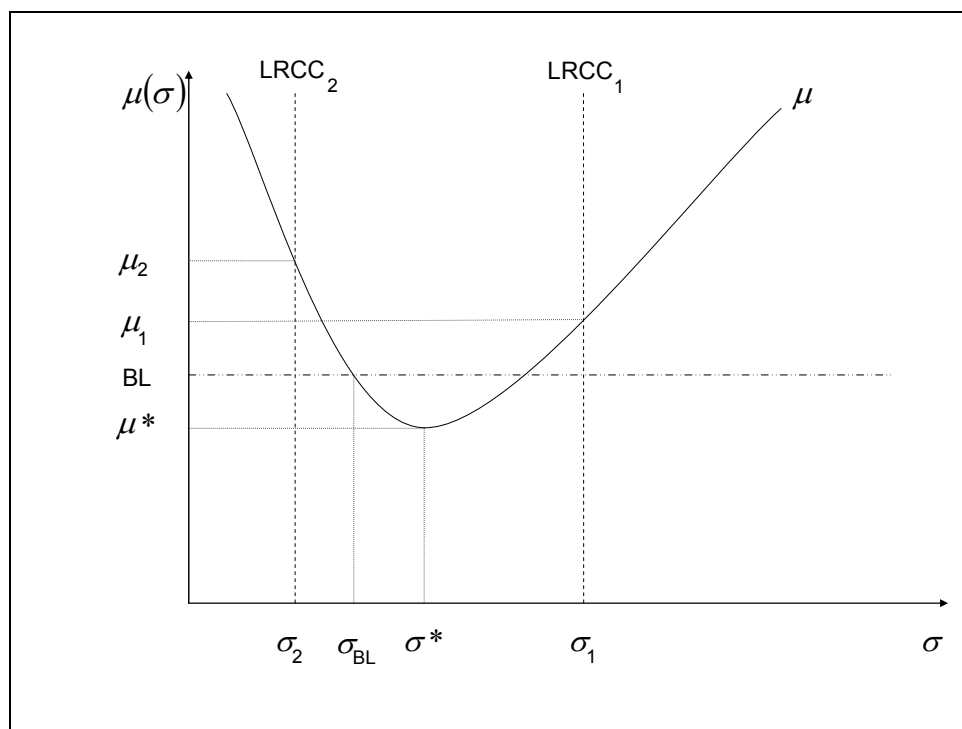


Figure III.3-3: Consideration of Budget Limits and limits of Regulatory Capital Charge.

However, in the second case the limit $LRCC_2$ cuts the Expected Total Negative Cashflow in the suboptimal solution (μ_2, σ_2) . The Expected Total Negative Cashflow μ_2 is greater than μ^* , the corresponding risk is accordingly smaller ($\sigma_2 < \sigma^*$).

Result 2: In case the LRCC exceeds the optimal solution (μ^*, σ^*) , a banking company can further realize the minimal Expected Total Negative Cashflow (μ^*, σ^*) . However, if the LRCC is smaller than (μ^*, σ^*) a banking company can only realize suboptimal solutions.

In addition to the Limit of the Regulatory Capital Charge, Budget Limits are further constraints. Their impacts are analyzed in the following.

Constraint 2: Budget Limits

Budget Limits serve as a limitation of the payments in business areas or in our case in information systems. Analogous to the Limits of the Regulatory Capital Charge, Budget Limits restrict the amount of feasible solutions. Budgeting generally considers the Expected Losses $E(L)$ ex-ante. Anyhow, SR is a random variable that can exceed ex-post the defined Budget Limit. The amount exceeded can be covered through equity capital. *Figure 3* illustrates the impact of the Budget Limit BL exemplarily. BL cuts the Expected Total Negative Cashflow in the suboptimal solution (μ_{BL}, σ_{BL}) . In this case, a banking company can further realize the optimal solution (μ^*, σ^*) . Assumed that the Budget Limit BL is smaller than the optimal solution (μ^*, σ^*) , the information system cannot be carried on.

Result 3: If the Budget Limit BL exceeds the minimal Expected Total Negative Cashflow $BL \geq \mu^*$, a risk neutral decision maker will further choose the optimal solution (μ^*, σ^*) .

4. Conclusion

The developed decision model is able to map the existing trade-off between the Expected Losses and the Opportunity Costs of the Regulatory Capital Charge on the one hand as well as the Investments in Security Mechanisms and Insurance Policies on the other hand in a common framework. Thereby, the model optimizes the investments in ex-ante and ex-post controlling mechanisms. Only one (a^*, b^*) - respective (SL^*, IL^*) -combination exists that minimizes the Expected Total Negative Cashflow. Furthermore, the model points out that the constraints - Limits of the Regulatory Capital Charge and Budget Limits - can, under certain conditions, lead to suboptimal solutions. Normally a banking company determines its limits centrally via an individual information system. Not fully taped Limits of Regulatory Capital Charge and Budget Limits cannot be exchanged. Thus, this can lead to inefficiencies from a holistic point of view. The exchange of not fully taped potentials can implicate a greater utility.

However, further research questions arise from the defined assumptions:

- In the model an isolated information system is regarded, by which it is assumed that it is independent of all other systems. Correlations to other information systems are not considered. Taking correlations into account can lead to different results.
- We further assume that Investments in Security Mechanisms and Insurance Policies can be mapped within the domain of $\sigma \in (0, \infty)$. This can be traced back to the property of continuity of the function $\mu(\sigma)$. It is assumed that in reality only discrete action alternatives exist.

- For simplicity, we assumed constant Loss Given Events. However, if the standard deviation of the expected Loss Given Events is taken into account, the Expected Total Negative Cashflow will be affected. A further research topic includes modeling random variables for the loss given events.

References (section III.3)

- [BCBS01] Basel Committee on Banking Supervision: Regulatory Treatment of Operational Risk. Working Paper No. 8, Basel, 2001.
- [BCBS03] Basel Committee on Banking Supervision: The New Basel Capital Accord, Basel, 2003.
- [Cruz02] Cruz, A.: Modeling, Measuring and Hedging Operational Risk. John Wiley & Sons., Chichester, 2002.
- [Fais04] Faisst, U.: Ein Modell zur Steuerung operationeller Risiken in IT-unterstützten Bankprozessen, in: Banking and Information Technology (BIT) - Sonderheft zur Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2004 in Essen, 1, 2004, S. 35-50.
- [FaKo03] Faisst, U., Kovacs, M.: Quantifizierung operationeller Risiken - ein Methodenvergleich, in: Die Bank, 43, 5, 2003, S. 342-349.
- [Grze02] Grzebiela, T.: Insurability of Electronic Commerce Risks. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, Hawaii (USA), IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, 2002.
- [Kart79] Karten, W.: Zum Problem der Versicherbarkeit und zur Risikopolitik des Versicherungsnehmers - betriebswirtschaftliche Aspekte. Zeitschrift für die gesamte Versicherungswirtschaft, 1979, S. 279-299.
- [MüEK03] Müller, G., Eymann, T., and Kreutzer, M.: Telematik- und Kommunikationssysteme in der vernetzten Wirtschaft, Oldenbourg, München, 2003.
- [MüRa99] Müller, G., and Rannenberg, K.: Multilateral Security in Communications. Vol. 3: Technology, Infrastructure, Economy. Addison-Wesley-Longman, New York, 1999.
- [Piaz01] Piaz, J.-M.: Operational Risk Management bei Banken. Versus-Verlag, Zürich, 2001.
- [Rann98] Rannenberg, K.: Zertifizierung Mehrseitiger Sicherheit: Kriterien und organisatorische Rahmenbedingungen. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1998.
- [SaSt05] Sackmann, S., and Strüker, J.: 10 Jahre E-Commerce - Eine stille Revolution in deutschen Unternehmen. Konradin Verlag, Leinfelden, 2005.

IV. Beiträge zum unternehmensübergreifenden, integrierten Ertrags- und Risikomanagement am Beispiel von Corporate Venture Capital

Für Unternehmungen bieten sich in der Unternehmensfunktion Forschung & Entwicklung durch den Einsatz von Corporate Venture Capital¹ langfristige Ertragschancen bei hohem Risiko. Mit Corporate Venture Capital-Investitionen werden sowohl finanzielle Ziele - in einer integrierten Sicht auf Ertrag und Risiko der Investitionen - als auch strategische Ziele - wie Zugang zu neuen Technologien - verfolgt.

Unterkapitel IV.1 stellt den Beitrag „Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital - Eine Performance-Diagnose aus vier Management-Perspektiven“ vor, der sich mit der Performance-Messung der finanziellen und strategischen Ziele befasst und eine auf die Anforderungen von Corporate Venture Capital angepasste Balanced Scorecard vorstellt. Diese unterstützt Investment Manager bei einem integrierten Ertrags- und Risikomanagement von Corporate Venture Capital-Investitionen. Das Unterkapitel IV.2 illustriert mit dem Beitrag „Performance Measurement of Corporate Venture Capital - Balanced Scorecard in Theory and Practice“ dieses Thema zusätzlich mit einer Fallstudie bei Siemens Venture Capital. Siemens Venture Capital ist einer der größten deutschen Corporate Venture Capital-Investoren² und setzt seit seiner Gründung im Jahr 1999 eine Balanced Scorecard als Management-Instrument ein. Die Fallstudie beschreibt neben dem Aufbau der Siemens Venture Capital Scorecard deren Weiterentwicklung über einen Zeitraum von sechs Jahren.

Der Erfolg von Corporate Venture Capital-Investitionen hängt neben einer geeigneten Performance-Messung häufig vom hohen Einsatzniveau der beteiligten Akteure ab. Unterkapitel IV.3 präsentiert daher den Beitrag „Anreizkompatible Beteiligungsfinanzierung in Corporate Venture Capital-Kooperationen zwischen Investoren und Innovatoren“. Dieser betrachtet Anreizbedingungen für hohes Einsatzniveau bei Corporate Venture Capital-Kooperationen und unterstützt die beteiligten Akteure bei der Festlegung anreizkompatibler Beteiligungsquoten, insbesondere bei Informationsasymmetrien bezüglich des Disnutzens des jeweils anderen Akteurs.

¹ In den folgenden Unterkapiteln wird jeweils eine Definition von CVC und seinen Merkmalen vorgenommen. Generell soll unter Corporate Venture Capital die Gründungs- und Wachstumsfinanzierung junger Unternehmen durch etablierte, industrielle Großunternehmen verstanden werden.

² Die Begriffe Corporate Venture Capital-Investor und Corporate Investor sollen im Folgenden synonym für die i. d. R. investierenden CVC-Einheiten industrieller Großunternehmen verwendet werden.

IV.1. Beitrag: „Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital - Eine Performance-Diagnose aus vier Management-Perspektiven“

Autoren: Ulrich Faisst, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Dr. Ekkehard Franzke, zum Zeitpunkt des Erscheinens des Beitrags Vice President & Partner bei Bain & Company, München;
heute Managing Partner bei Ingenium Capital GmbH & Co. KG,
Theatinerstrasse 14, 80333 München,
<http://www.ingenium-capital.com>.

Dr. Moritz Hagenmüller, Bain & Company Germany, Inc.,
Karlsplatz 1, D-80335 München,
Email: moritz.hagenmueller@bain.com, <http://www.bain.com>.

Erschienen in: „FinanzBetrieb“, 4, 5, 2002, S. 340-345.

1. Einleitung

Unternehmen, die Corporate Venture Capital nachhaltig und als integralen Bestandteil ihres Innovationsmanagements betreiben, können ihre Innovationskraft steigern und die Auslastung ihrer strategischen Assets langfristig sichern. Solche strategischen Erfolge lassen sich im Gegensatz zur Rendite des investierten Kapitals nur indirekt messen. Unter Einbindung führender Corporate Venture Capital-Investoren haben die Autoren eine Balanced Scorecard zur ganzheitlichen Performance-Messung entwickelt. Aufbauend auf den Dimensionen des vorgestellten Diagnoseinstruments werden erste Ansätze für Optimierungsmaßnahmen aufgezeigt.

2. Corporate Venture Capital

In Wissenschaft und Praxis sind für Corporate Venture Capital (CVC) eine Reihe verwandter Begriffe wie z. B. Corporate Venturing in Gebrauch.

Für den vorliegenden Artikel soll folgende Definition gelten:¹

„Corporate Venture Capital beschreibt die Durchführung und das Management von Venture Capital-Investitionen durch Industrieunternehmen.“

2.1. Ziele

Mit CVC werden sowohl strategische als auch finanzielle Ziele verfolgt. Grundsätzlich muss sich jedes Investment finanziell durch entsprechend risiko-adjustierte Erträge rechtfertigen. Auf strategischer Seite spielt der Zugang zu neuen Technologien, das sogenannte „window of technology“², die wichtigste Rolle. Der Einstieg in neue Technologien kann zwar auch im Rahmen von Eigenentwicklungen erfolgen, jedoch bietet CVC die Chance, sich frühzeitig den Zugang zu innovativen Technologien zu sichern, zugleich jedoch nicht das volle Entwicklungsrisiko zu tragen. Abgesehen von der Stärkung der Innovationskraft verfolgen Industrieunternehmen mit CVC das Ziel, die Nutzung ihrer strategischen Assets³ kurz- und langfristig sicherzustellen bzw. auszubauen. Im Idealfall kann ein Markterfolg der Produkte einer Beteiligung den Bedarf nach den Leistungen des CVC-Investors positiv beeinflussen. Für die Start-ups bieten die strategischen Assets ihres Investors zugleich einen großen He-

¹ Die Unternehmen investieren dabei entweder direkt in Anteile rechtlich selbständiger Start-ups oder indirekt in diese über Fonds unabhängiger Venture Capital Gesellschaften. Die eingereichten Businesspläne stammen aus Quellen sowohl außerhalb als auch innerhalb des Unternehmens. Vgl. Block, MacMillan [BIMM1995], Backholm [Back2000], Niederkofer [Nied1989]; eine ausführliche Abgrenzung der verschiedenen Begriffe findet sich bspw. in Schween [Schw1996].

² Vgl. Konzept der „strategic windows“ von Abell [Abel1978].

³ Die wichtigsten strategischen Assets sind dabei insbesondere die Kundenbasis des Großunternehmens, dessen Vertriebskanäle, Produktionskapazitäten und Markennamen.

bel für den Markteintritt. So bedeutet die Beteiligung eines etablierten Unternehmens häufig eine Art Qualitätszertifikat, das den Zugang zu potentiellen Kooperationspartnern und Kunden erleichtern kann.

2.2. Markt

CVC hat in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Die weltweiten CVC-Investitionen beliefen sich im Jahre 2000 auf ca. 30 Milliarden US Dollar. Der Anteil von CVC innerhalb des Venture Capital (VC)-Marktes ist auf ca. 20% gestiegen. Dies ist kein ganz neuer Trend. In den frühen 70er sowie in der Mitte der 80er Jahre waren bereits zwei größere CVC-Wellen zu beobachten. Vor dem Hintergrund eines rückläufigen VC-Marktumfeldes wurden die CVC-Programme regelmäßig drastisch zurückgefahren. Aufgrund reduzierter Bewertungen stehen die CVC-Programme derzeit erneut auf dem Prüfstand. Getrieben von einem Einbruch des IPO-Marktes und des VC-Marktes betrugen die CVC-Investitionen in den USA per November 2001 nur 24,5% des Vorjahreswertes.

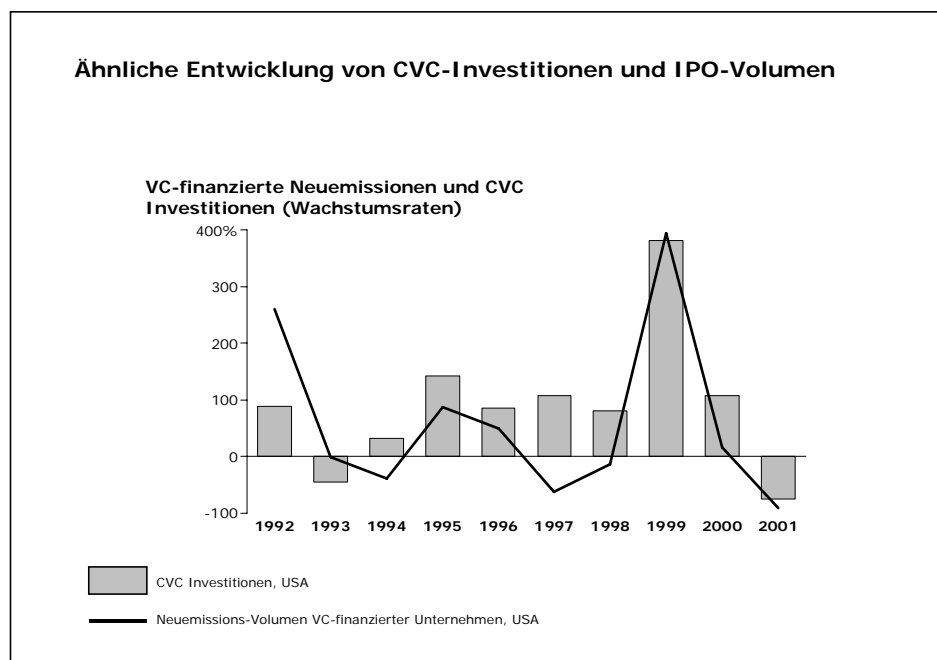


Abbildung IV.1-1: Vergleich der Corporate Venture Capital Investitionen und der Neuemissionen in den USA (Venture Economics, eigene Analyse)⁴

Um im Einzelfall, unabhängig vom Marktumfeld, über weitere Investitionen in CVC entscheiden zu können, benötigt man ein ganzheitliches Kennzahlensystem, das neben den finanziellen auch die strategischen Ergebnisse und Potentiale der Investitionen transparent darlegt.

⁴ Zahlen für 2001 per 9.11.2001 für CVC-Investitionen und per 30.9.2001 für Neuemissions-Volumen.

3. Balanced Scorecard für Corporate Venture Capital

Die Performance-Messung richtet sich nach der individuellen Zielsetzung des jeweiligen Investors. Strategische Investoren, die über das Erzielen finanzieller Ergebnisse hinaus auch strategische Hebel verwirklichen wollen, sollten aufgrund ihres Zielsystems ebenso strategische Indikatoren in ihrer Leistungsmessung berücksichtigen. Da jedoch kaum eine operationalisierbare Kennzahl unmittelbar Auskunft über strategische Ergebnisse in diesem Bereich gibt, fehlen bisher systematische Ansätze für ein Kennzahlensystem.

Die Balanced Scorecard (BSC) ist ein Management-Instrument, das von Kaplan und Norton Anfang der 90er Jahre an der Harvard Business School entwickelt wurde. Eine BSC übersetzt die Vision und Strategie eines Unternehmens bzw. eines Unternehmensbereichs in ein Kennzahlensystem aus finanziellen und nicht-finanziellen Indikatoren.

Im Folgenden soll exemplarisch eine Balanced Scorecard für CVC-Einheiten vorgestellt werden, die auf zentrale, generell gültige Performance-Parameter fokussiert ist. Im Einzelfall sind Anpassungen zu empfehlen, die eine tiefergehende Ausrichtung auf die vorliegenden Rahmenbedingungen und die gewählte Strategie zulassen. Folgende Annahmen für Vision und Strategie gelten für das hier beschriebene Modell:

- CVC ist ein Motor des Unternehmenswachstums
- CVC ist ein integraler Bestandteil des Innovationsmanagements und wird zur langfristigen Sicherung strategischer Assets des Mutterkonzerns eingesetzt
- Das Unternehmen spielt eine führende Rolle als Investor auf dem VC-Markt

Das setzt voraus, dass CVC in die Innovationsprozesse eingebunden ist und im Zusammenspiel zwischen den Geschäftsbereichen einerseits und den Start-ups im Portfolio andererseits die wechselseitigen Stärken konsequent genutzt werden. Eine führende Rolle am VC-Markt zu spielen, sollte deshalb ein Teil der Vision und Strategie auch für CVC-Einheiten sein, da nur so erfahrene Investment Manager gewonnen werden können und sich bessere Investment-Chancen am Markt ergeben.

Entsprechend dieser Ausrichtung deckt die vorgeschlagene Balanced Scorecard vier komplementäre Management-Perspektiven ab:

- Finanzen
- Collaboration
- Prozesse
- Knowledge

3.1. Die Finanz-Perspektive

Diese Perspektive beinhaltet die Rendite- und Risikobetrachtung des Beteiligungs-Portfolios. Bei CVC-Einheiten ist, analog zu unabhängigen VC-Gesellschaften⁵, der Internal Rate of Return (IRR) die zentrale Kennzahl finanzieller Performance. Der IRR ist eine relative Größe und gibt die Verzinsung des eingesetzten Kapitals dynamisch über den Zeitablauf wieder. Der Return on Investment (ROI) wäre sicherlich alternativ geeignet, hat jedoch den Nachteil, dass die Verzinsung des eingesetzten Kapitals nur statisch, d.h. ohne Berücksichtigung des zeitlichen Ablaufs, betrachtet wird.

Für nicht realisierte Gewinne und Verluste kann gegebenenfalls die Bewertung bereits bei Durchführung einer neuen, syndizierten Finanzierungsrunde als erzielt angesehen werden, da dabei der Wert der Anteile am Markt neu bestimmt wurde.

IRR und Gewinn bzw. Verlust spiegeln aber nur die Renditeaspekte des Portfolios wider und berücksichtigen Risiken, die gerade im VC-Markt eine entscheidende Rolle spielen, nur implizit (durch entsprechende Benchmarks).

Die Risikostreuung wird als Konzentrationsgrad durch den höchsten Anteil des in eine bestimmte Region, Technologie oder Finanzierungsphase investierten Kapitals wiedergegeben.^{6,7}

3.2. Die Collaboration-Perspektive

Die Geschäftsbereiche einerseits sowie die Beteiligungen andererseits stellen die Hauptanspruchsgruppen der CVC-Einheit dar. Die CVC-Einheit soll einerseits zu strategischen und technologischen Zielen der Geschäftsbereiche beitragen, andererseits die Beteiligungen in ihrer Entwicklung unterstützen sowie die Zusammenarbeit zwischen beiden Seiten vorantrei-

⁵ Vgl. Schefczyk [Sche2000].

⁶ Aufgrund der im Investment Management üblichen Limitierung bspw. von Investitionen in ein Unternehmen, wurde diese Kennzahl auf den Bereich Corporate Venturing übertragen und auf die Verwendung komplexerer Konzentrationsmaße, wie bspw. des Herfindahl-Index verzichtet.

⁷ Einen erweiterten Blickwinkel auf die Risikoklasse der einzelnen Start-ups, würde die Anwendung sogenannter Technologie-Ratings [ERW2000] erbringen. Diese Ratings mittelständischer Technologieunternehmen werden von Rating-Agenturen durchgeführt, haben aber zur Zeit noch nicht die gewünschte Markt-Akzeptanz gefunden, was sich allerdings mit der momentanen Basel II-Diskussion um das Thema Mittelstandsrating voraussichtlich bis zum Jahr 2005 ändern wird. Die Verwendung von Risiko-Kennzahlen wie Betas aus dem CAPM oder gar Value-at-Risk-Berechnungen, scheidet aufgrund mangelnder historischer Daten und einem unverhältnismäßig hohen Erhebungsaufwand aus.

ben. Die Anzahl und der Anteil der Co-Investitionen durch die Geschäftsbereiche zeigt, inwieweit die für die Geschäftsbereiche relevanten Technologiethemen aufgenommen wurden und somit das Innovationsmanagement unterstützt wird. Gleichzeitig drücken die Anzahl und der Anteil der Kooperationsvereinbarungen und der Umsätze zwischen Mutterunternehmen und Beteiligungen an den gesamten Umsätzen des Start-ups den Grad fortlaufender Interaktion aus.

3.3. Die Prozess-Perspektive

Die wesentlichen Wertschöpfungsstufen im CVC sind die Schaffung von Opportunitäten für neue Investitionen (Deal Generation), die Evaluation dieser Opportunitäten (Deal Evaluation), die Strukturierung von Transaktionen (Deal Structuring), das Portfolio- und das Exit-Management. Im Rahmen des vorliegenden Modells wurden Kennzahlen zur Messung des Deal Flows sowie zur Produktivität der Bewertung und Betreuung der Beteiligungen im Rahmen des Portfolio-Managements aufgenommen.

In der Deal Generation werden nur strategisch passende Businesspläne berücksichtigt, die sich thematisch zumindest einem Geschäftsbereich sinnvoll zuordnen lassen. Die Qualität der eingereichten Businesspläne wird durch den Anteil, der die volle Due Diligence durchläuft, zum Ausdruck gebracht. Die Standardabweichung vom Planwert in der Due Diligence-Bearbeitungsdauer zeigt auf, wie gut die internen Prozesse der CVC-Einheit im Zusammenspiel mit den Geschäftsbereichen aufgesetzt sind. Dabei müssen sich die CVC-Einheiten am Markt mit den zeitlichen Benchmarks unabhängiger VC-Gesellschaften messen lassen. Die Anzahl der Beteiligungen pro Investment Manager gibt Auskunft über die Betreuungskapazitäten.

3.4. Die Knowledge-Perspektive

In diesem Bereich liegt der Schwerpunkt auf der Weiterentwicklung von Technologie und Humanressourcen. Eine Indikation für den Innovationsbeitrag der Beteiligungen wird durch die kumulierte Entwicklungszeit und durch die Anzahl angemeldeter Patente indirekt geliefert. Statistisch gesehen steigt der Wert der technischen Entwicklung mit der investierten Entwicklungszeit sowie mit der Anmeldung von Patenten.^{8,9}

⁸ Vgl. Grupp [Gru1997].

⁹ Forschung und Praxis im Innovationsmanagement, insbesondere die Statistiker der OECD benutzen „Umsatzerlöse von neuen Produkten der letzten drei Jahre“ als Indikator für die Fortschrittlichkeit von Volkswirtschaften und Unternehmen. Dieser Indikator lässt sich jedoch nicht auf die teilweise sehr kurzen Innovationszyklen bspw. im IT- bzw. Telekommunikations-Bereich anwenden und scheidet somit weitgehend für eine weitere Betrachtung aus.

Die Erzielung von Synergien in Forschung und Entwicklung ist ein wichtiges Ziel von CVC-Aktivitäten. In der Praxis sind die tatsächlich erzielten Synergien nur schwierig genau zuzu-rechnen bzw. die stattgefundenen Wissenstransfer-Leistungen kaum zu bewerten.

3.5. Die resultierende Balanced Scorecard zur Gesamtsteuerung der Corporate Venture Capital Aktivitäten

Die Balanced Scorecard in Abbildung IV.1-2 zeigt in vier Perspektiven eine ausgewogene Kombination von insgesamt 15 Kennzahlen. Diese helfen, den Mehrwert der CVC-Aktivitäten ganzheitlich steuern zu können. Bei auffälligen Abweichungen der erreichten Resultate von den Planwerten ist eine Ursachenforschung durch Betrachtung weiterer Kennzahlen in den jeweiligen Perspektiven empfehlenswert.

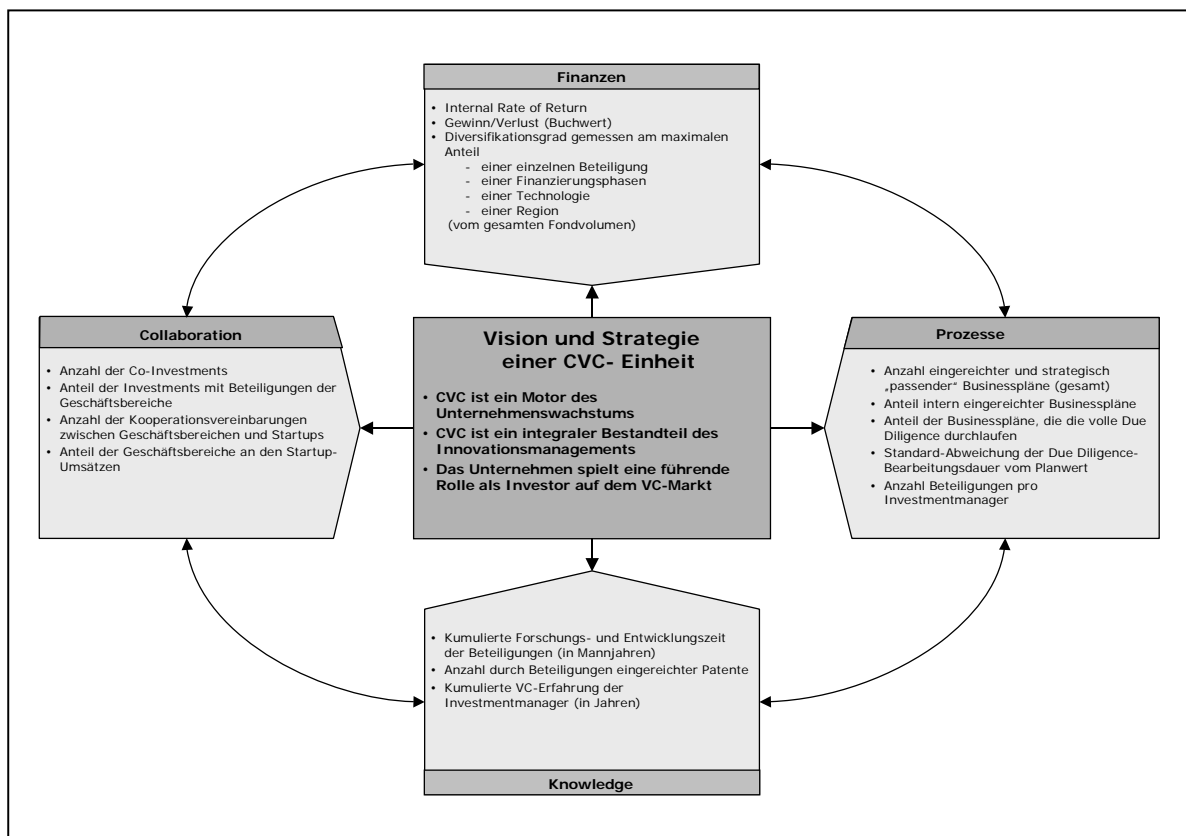


Abbildung IV.1-2: Balanced Scorecard zur Gesamtsteuerung der Corporate Venture Capital-Aktivitäten

4. Performance-Diagnose und Management

4.1. Finanz-Perspektive

Ausgangspunkt der Diagnose ist die Finanz-Perspektive. Hier ist als wichtigste Kennzahl die Internal Rate of Return hervorzuheben, da sie die Gesamt-Performance wiedergibt. Trotz ihrer strategischen Komponente sollten CVC-Einheiten ihre Rendite am Benchmark unabhängiger VC-Gesellschaften messen. In den vergangenen 10 Jahren lag die Performance dieses Marktsegmentes bei durchschnittlich 35,8% IRR.

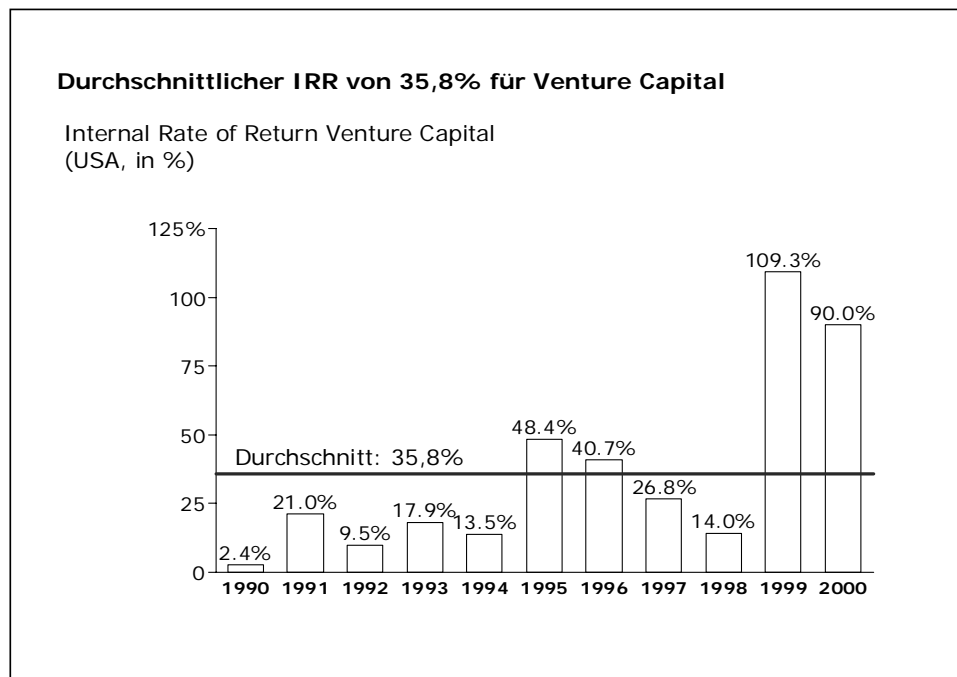


Abbildung IV.1-3: Venture Capital Renditen 1990-2000
(Venture Economics, eigene Analyse)

In einer ersten Diagnose der Finanz-Perspektive sollte untersucht werden, inwieweit Planverfehlungen auf die allgemeine Marktsituation oder auf systematische Fehler im Investitionsprozess bspw. durch zu geringe Diversifikation zurückzuführen sind. Sofern CVC-Einheiten nicht explizit ihre Beteiligungen auf einen bestimmten Bereich hinsichtlich Technologie, Region und Finanzierungsphase fokussieren, ist eine weitgehende Diversifizierung ratsam. Eine branchentypische Orientierungsgröße für den maximalen Anteil des Fondsvolumens beispielsweise an einer einzelnen Beteiligung ist 10%.

Werden die gesteckten Renditeziele nicht erreicht oder weist die Struktur des Fonds nicht den Anlagezielen entsprechende Schwächen hinsichtlich des Diversifikationsgrades auf, so ist das Beteiligungsportfolio systematisch zu durchleuchten. Ein zentraler Erfolgsfaktor des VC-Geschäfts ist ein konsequentes Exit-Management und die Trennung von Beteiligungen, die Ressourcen binden, jedoch kein ausreichendes Potential mehr aufweisen. Bain & Company hat daher einen zweistufigen Analyseprozess für CVC-Portfolios entwickelt. Im ersten

Schritt werden alle Beteiligungen in den Dimensionen Wertsteigerungspotential und Ressourcenbindung relativ zueinander bewertet. Es erfolgt eine Einteilung in vier Kategorien:

- **Stars:** Beteiligungen mit überdurchschnittlichem Wertsteigerungspotential und niedriger Ressourcenbindung für die Investoren. Auf diese Beteiligungen ist der Schwerpunkt zukünftiger Investitionen zu legen.
- **High Potentials:** Beteiligungen mit grundsätzlich hohem Wertsteigerungspotential, jedoch auch hohen Anforderungen an die Ressourcen der CVC-Einheit. Grundsätzlich sind weitere Investitionen in diese Beteiligungen zu empfehlen. Sollte der Ressourcenaufwand nicht mehr tragbar sein, ist ein Verkauf an einen effizienteren Partner zu prüfen.
- **Quick Hits:** Beteiligungen mit unterdurchschnittlichem Wertsteigerungspotential, die kaum Ressourcen des Investors erfordern. Für diese Fälle ist passives Management und ein Halten der Beteiligung, ggf. auch eine Partizipation an weiteren Finanzierungsrunden empfehlenswert.
- **Watch Outs:** Beteiligungen mit unterdurchschnittlichem Wertsteigerungspotential und überdurchschnittlicher Ressourcenbindung. Je nach Ausprägung des Ressourcenaufwandes ist eine konsequente, aktive Desinvestition oder ein mittelfristiger Exit (sofern günstigere Konditionen zu erwarten sind) ratsam.

Im zweiten Schritt wird der strategische Fit der Beteiligungen mit dem Kerngeschäft analysiert. Aus den Resultaten dieser Revision des Portfolios lassen sich für jede einzelne Beteiligung klare Handlungsempfehlungen für die Entscheidung eines weiteren Engagements ableiten.

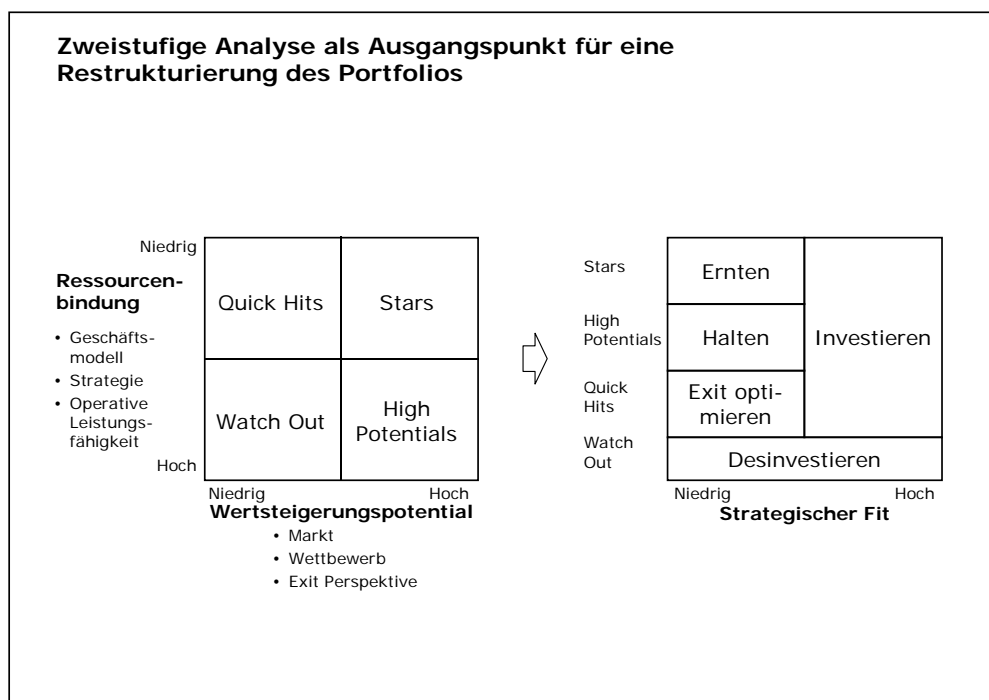


Abbildung IV.1-4: Portfolioanalyse (Bain & Company, Inc.)

Die Systematik dieser Vorgehensweise unterstützt den objektiven Blick auf das Gesamtportfolio in übersichtlichen Kategorien und ohne Berücksichtigung historischer Aufwendungen (sunk costs), die für weitere Investitionsentscheidungen keine Relevanz haben. Im Ergebnis erlaubt dies eine selektive Allokation der finanziellen und personellen Ressourcen auf diejenigen Beteiligungen, die das höchste Potential haben und hervorragend die operativen Geschäftseinheiten ergänzen.

4.2. Collaboration-Perspektive

Eine zentrale Rolle für die Realisierung des Mehrwertes, den ein CVC-Investor gegenüber einer unabhängigen VC-Gesellschaft erzielen kann, kommt der Erzielung strategischer Synergieeffekte zu, abgebildet durch die Collaboration-Perspektive. Für führende CVC-Investoren wie Intel Capital ist das Co-Investment mindestens eines Geschäftsbereiches conditio sine qua non für jede Beteiligung. Aus diesem Co-Investment ergibt sich eine kompatible Ausrichtung der Interessen von CVC-Einheit und Muttergesellschaft. Erst dadurch wird ein Ressourcenaustausch zwischen den operativen Einheiten des Investors und den Start-ups legitimiert und incentiviert. Der Umfang dieses Austausches sollte geplant und gemessen werden. Im Falle einer systematischen Unterschreitung der einzelfallspezifisch und unter Einbindung von Start-ups und Geschäftsbereichen zu vereinbarenden Zielgrößen sind organisatorische Maßnahmen zu bedenken.

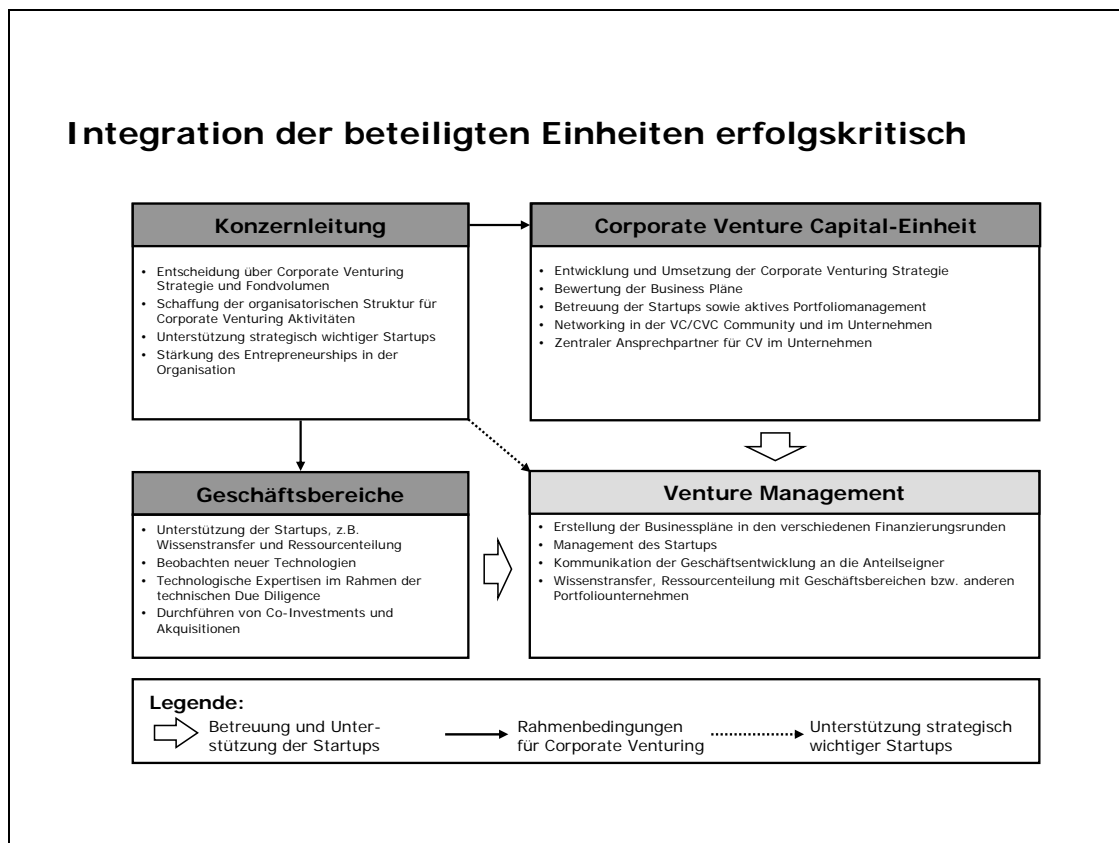


Abbildung IV.1-5: Management-Rollen

Die Aufhängung der CVC-Einheit sollte einen fortlaufenden Dialog zu den operativen Einheiten der Muttergesellschaft gewährleisten. Wiederum kann das Modell von Intel Capital als Best Demonstrated Practice angesehen werden. Bei Intel Capital sind jeder der 18 Business Divisions bestimmte Investment Manager zugeordnet. Ihre Aufgabe ist es, die technologischen und strategischen Interessen der Business Division aufzunehmen. Dadurch können gezielt Beteiligungsmöglichkeiten identifiziert und weiterverfolgt werden, die diese Interessen unterstützen. Dies verbessert die Ausgangsbasis für die spätere Wahrnehmung von Kooperationsmöglichkeiten zwischen Business Division und Start-up. Die Anbindung des Investment Managers an das Management der Business Division erlaubt aber auch die fortlaufende Stimulation von Kooperationen. Die CVC-Einheit erhält die Möglichkeit, Probleme in der Zusammenarbeit zwischen Muttergesellschaft und Beteiligung zu erkennen und gegebenenfalls gegenzusteuern. Auch andere Organisationsmodelle haben sich in der Praxis erprobt. So betrieben jahrelang bei Siemens einzelne Konzernbereiche je einen eigenen CVC-Fonds. Diese werden zur Zeit unter dem Dach von Siemens Venture Capital zusammengefasst. Bei Dell werden einzelne Manager aus den Business Units für CVC-Aktivitäten abgestellt.

Der Grad der Kooperation mit dem CVC-Investor hängt in hohem Maße auch von der Durchsetzungs- und Kommunikationsfähigkeit des Venture Managements ab: Es ist keine einseitige Bringschuld des Investors, technologische und strategische Kooperationsmöglichkeiten zu identifizieren, zu konzipieren und zur Entscheidungsvorlage zu bringen.

4.3. Prozess-Perspektive

Die Ergebnisse der CVC-Einheit in der Prozess-Perspektive sollten am Benchmark etablierter unabhängiger VC-Gesellschaften gemessen werden. Von den eingehenden Business Plänen sollte ca. die Hälfte in den strategischen Fokus passen und ca. 10% eine volle Due Diligence durchlaufen. Mit persönlichen und unpersönlichen Kommunikationsmaßnahmen gegenüber Start-ups und anderen VC-Gesellschaften kann der Deal-Flow, vor allem die Weiterleitung von Business Plänen durch Dritte, gesteigert werden.

Hinsichtlich der Prozesse ist besonders die Leistungsfähigkeit der CVC-Einheit bei der Due Diligence erfolgskritisch. Durch die frühzeitige und kontinuierliche Einbindung verschiedener Entscheidungsträger aus anderen Bereichen der Unternehmung besteht das Risiko übermäßig administrativer und langwieriger Entscheidungsprozesse im Vorfeld einer Transaktion.

Dies kann zu einem „Dealbreaker“ werden, vor allem dann, wenn das Start-up mit weiteren potentiellen Investoren in Verhandlung steht, die zügiger und professioneller eine Transaktion vorbereiten. Die meisten Beteiligungen von CVC-Einheiten werden als Co-Investitionen gemeinsam mit unabhängigen VC-Gesellschaften durchgeführt. Gegebenenfalls tritt ein Co-Investor aufgrund eines ineffizienten Entscheidungsprozesses vor der Transaktion vom Deal zurück und führt denselben gemeinsam mit einem anderen Partner durch. Folglich besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Performance des CVC-Investors bei Due Dili-

gences und der Transaktionsdurchführung und dem zukünftigen Erfolg in anderen Kennzahlen der Prozess-Perspektive. Eine negative Abweichung muss daher sehr ernst genommen werden und zu umgehenden Verbesserungsmaßnahmen führen.

Um eine optimale Ausübung von Förderung und Kontrolle im Sinne einer Corporate Governance sicherzustellen und zugleich die Risiken des Investments in Grenzen zu halten, sollte sich ein Investment Manager der CVC-Einheit jeweils auf nicht mehr als etwa fünf Beteiligungen konzentrieren.

4.4. Knowledge-Perspektive

Betrachtet man CVC als einen ausgelagerten Teil des Innovationsmanagements, so wird anhand der kumulierten Entwicklungsdauer sowie anhand der angemeldeten Patente deutlich, wie viel Forschungs- und Entwicklungsleistungen die CVC-Einheit aus Sicht des Mutterkonzerns eingekauft hat. Defizite in dieser Dimension werden stark von der Qualität des Beteiligungsportfolios getrieben, so dass auch hier das in Abschnitt 3.1 vorgestellte Portfolio-Screening den analytischen Ausgangspunkt für performancesteigernde Maßnahmen darstellt.

Ein Erfolgsfaktor für die Rekrutierung und die Bindung hochqualifizierter und erfahrener Investment-Manager ist eine wettbewerbsfähige finanzielle Kompensation. Diese stellt für CVC-Einheiten insoweit eine besondere Herausforderung dar, als ein Gleichgewicht zu den Kompensationsstrukturen in der Muttergesellschaft gewahrt werden sollte. Die im Einzelfall geeignete Variante hängt stark von den Schwerpunkten der strategischen Ziele des CVC-Investors ab.

In der Praxis werden verschiedene Modelle angewendet, insgesamt ist jedoch eine finanzielle Incentivierung im Sinne eines Carried Interest auch der Beteiligungs-Champions in den Geschäftsbereichen zu empfehlen. Sollten aufgrund der Balanced Scorecard Diagnose Verbesserungspotentiale im Bereich Management der CVC-Einheit festgestellt werden, so ist eine Revision des Kompensationsmodells eine mögliche Handlungsempfehlung. Grundvoraussetzung für die Attraktivität einer CVC-Einheit auf dem Recruitingmarkt ist jedoch eine hohe Professionalität in allen diskutierten Dimensionen der Balanced Scorecard und ein guter Track Record bei bisherigen und bestehenden Beteiligungen.

5. Zusammenfassung

Die vorgestellte Balanced Scorecard als Kennzahlensystem zur Diagnose schafft durch die ganzheitliche Sicht Transparenz und trägt durch die Konzentration auf die 15 wichtigsten Kennzahlen wesentlich zu einer klaren Zielformulierung bei.

Die konsequente Revision und Restrukturierung des Beteiligungsportfolios, die umfangreiche Einbindung der Geschäftsbereiche in die CVC-Aktivitäten, effiziente Prozesse und geeignete Anreizsysteme gehören zu den Erfolgsfaktoren für den langfristigen Erfolg des CVC-Programms.

Führende CVC-Investoren, die sich in den Bereichen Collaboration, Prozesse sowie Knowledge vom Wettbewerb differenzieren, wurden mit finanziellen Erfolgen belohnt. Vor allem aber sind eine langfristige, kontinuierliche Investitionsstrategie und die Umsetzung strategischer Potentiale Voraussetzung für die Erzielung überdurchschnittlicher Resultate. Diese Resultate lassen sich mit Hilfe der Balanced Scorecard visualisieren. Auf Basis dieser Diagnose können Optimierungsmaßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Dies erleichtert dann auch ein nachhaltiges Commitment des Top-Managements des Mutterkonzerns auch im Falle eines rückläufigen Marktes.

Literatur (Kapitel IV.1)

- [Abel1978] Abell, D.F.: Strategic Windows, in: Journal of Marketing, 7, 1978, S. 21-26.
- [Back2000] Backholm, A.: Corporate Venturing: an overview, Working Paper, Institute of Strategy and International Business, Helsinki University of Technology, 2000.
- [BIMM1995] Block, Z., MacMillan, I. C.: Corporate Venturing - creating new businesses within the firm, Harvard Business School Press, Boston (USA), 1995.
- [ERW2000] Everling, O., Riedel, S.-M., Weimerskirch, P.: Technology Rating. Neue Entscheidungshilfen für Hightech-Investoren, Gabler, Wiesbaden, 2000.
- [Fran2001] Franzke, E.: Four keys to corporate venturing success, in: European Venture Capital Journal, 6, 2001.
- [Gomp1997] Gompers, P.: CVC: The third Wave, Harvard Business School Current Research Summaries, 1997.
- [GoLe1998] Gompers, P., Lerner, J.: The determinants of Corporate Venture Capital Success, National Bureau of Economic Research, Working Paper 6725, 1998.
- [Gru1997] Grupp, H.: Messung und Erklärung des technischen Wandels, Springer, Berlin, 1997.
- [KaNo1996] Kaplan, R. S., Norton, D. P.: The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action, Harvard Business School Press, Boston (USA), 1996.
- [Nied1989] Niederkofler, M.: External Corporate Venturing: Strategic Partnerships for Competitive Advantage, Dissertation, St. Gallen, 1989.
- [Sche2000] Schefczyk, M.: Erfolgsstrategien Deutscher Venture Capital-Gesellschaften, 2. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2000.
- [Schw1996] Schween, K.: Corporate Venture Capital - Risikokapitalfinanzierung deutscher Industrieunternehmen, Dissertation, WHU, Vallendar, 1996.

IV.2. Beitrag: „Performance Measurement of Corporate Venture Capital - Balanced Scorecard in Theory and Practice”

Autoren: Univ.-Prof. Dr. Alexander Bassen,
Professur für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre mit
Schwerpunkt Finanzierung/Investition, Universität Hamburg,
Von-Melle-Park 9, D-20146 Hamburg,
Email: alexander.bassen@wiso.uni-hamburg.de.

Doris Blasel, Siemens Venture Capital,
Wittelsbacher Platz 2,
D-80312 München, Email: doris.blasel@siemens.com,
<http://www.siemensventurecapital.com>.

Ulrich Faisst, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg,
Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg,
Email: ulrich.faisst@wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Dr. Moritz Hagenmüller, Bain & Company Germany, Inc.,
Karlsplatz 1, D-80335 München,
Email: moritz.hagenmueller@bain.com, <http://www.bain.com>.

Erscheint in: „International Journal of Technology Management (IJTM)” -
Special Issue on “E-Entrepreneurship”, 33, 1, 2006.

Abstract:

A large number of corporations have invested in e-business ventures in order to create strategic values such as enhanced innovation or improved entrepreneurship within the firm's network. The achievement of these objectives may take several years before resulting into financial returns for the corporation and is therefore very difficult to measure. At the same time, challenging market conditions put financial valuations especially of e-business ventures under pressure during the last years. Consequently, the realization of strategic returns becomes increasingly important to Corporate Venture Capital investors. This paper develops a performance measurement framework based on the Balanced Scorecard concept of Kaplan and Norton (1992). The framework intends to make the results of Corporate Venture Capital activities more transparent by integrating both strategic and financial measures. The case of Siemens Venture Capital illustrates the practical use of a Balanced Scorecard. It shows the development process of the Siemens Venture Capital Scorecard and demonstrates its evolution over several years.

[Key words: Balanced Scorecard, Corporate Venture Capital, Performance Measurement, Intrapreneurship]

Acknowledgements: The authors especially thank Mr. Alexander Hodak, Siemens Venture Capital, for his editorial support. Two anonym referees are thanked for helpful comments.

1. Introduction

Corporate Venture Capital (CVC) is the practice of established corporations making investments in independent ventures.¹ Corporations and ventures have complementary strengths (Block and MacMillan 1995), especially relevant in high-tech and e-business environments with short innovation cycles. The alliance with ventures provides corporations with faster access to new technologies.² At the same time, ventures may get better market access through corporate distribution channels and customer base. Over the past few years, challenging market conditions often put financial returns of CVC investors under pressure. By realising strategic benefits, CVC investors may leverage financial results of their venture investments and of the corporation.

Performance measurement frameworks are needed to make the results of CVC activities more transparent. Such frameworks have to be applied to the specifics of CVC in order to fit to the practices of established corporations and to the environment of entrepreneurial ventures, such as e-business ventures. This paper develops a performance measurement framework for CVC based on the Balanced Scorecard (BSC) concept of Kaplan and Norton (1992). A case study with Siemens Venture Capital illustrates the development and usage of a Balanced Scorecard.

2. Literature Review

To present a short overview on selected related research, this section describes the foundations of performance measurement of CVC. Numerous research papers have been published on CVC³ in general. Table IV.2-1 subsumizes selected research on the performance and performance measurement of CVC.

¹ For similar definitions of CVC see (Gompers and Lerner 1998, Maula and Murray 2000).

² Among strategic objectives, the access to new technologies (window on technology) plays the major role (European Commission and Bannock Consulting 1999).

³ See for instance (Thornhill and Amit 2000) for extensive literature reviews.

	Topic	Results	Source	Methodology	Country-focus
Objectives	Financial and strategic objectives	The objectives of CVC are strategic and financial. In most cases, both are pursued concurrently.	Winters and Murfin (1988)	Conceptual study	USA
			Kanter et al. (1990)	Conceptual study	USA
			Silver (1993)	Empirical study (N= 100)	USA
			European Commission and Bannock Consulting (1999)	Empirical study (N= 369)	16 European countries, mainly UK, Germany, Scandinavia, Switzerland, France and Spain
Performance	Financial results	CVC investors pay higher valuations in comparison to independent VC investors due to strategic returns and higher utility of VC investments.	Hellmann (2002)	Formal model	Not applicable.
		CVC investors had a lower return than investments by independent VC investors.	Siegel et al. (1988)	Empirical study (N= 52)	USA
			Zahra (1996)	Empirical study (N= 112)	USA
			Gompers and Lerner (1998)	Empirical study (N= 32.000)	USA
			Maula and Murray (2000)	Empirical study (N= 325)	USA
	Strategic results	Corporations may receive important strategic benefits through CVC investments and strategic alliances with ventures.	Sykes (1990)	Empirical study (N= 35)	USA
			Shrader and Simon (1997)	Empirical study (N= 60)	USA/Canada
		Ventures can enhance their performance through strategic alliances with corporations.	Stuart (2000)	Empirical study (N= 150)	USA/Europe/Japan/other south-eastern Asian countries
		High strategic fit between corporations and ventures positively influence venture performance.	Thornhill and Amit (2000)	Empirical study (N= 97)	Canada
		High complementarity and high ownership shares by corporations positively influence social interaction and knowledge acquisition.	Maula et al. (2003)	Empirical study (N= 810)	USA

Table IV.2-1: Comprehensive overview on a selection of related research

CVC investments leverage corporate performance in general (Biggadike 1979), although such benefits are not guaranteed and ventures usually take several years to become profitable. In early stages, performance measurement of venture companies concentrates on non-financial indicators and shifts to financial indicators, once the venture investments mature (Faisst 2002). Some studies have found that investments made by CVC investors had a lower return than investments made by independent venture capital firms (Siegel et al.

1988, Zahra 1996, Gompers and Lerner 1998). On the contrary, evidence exists suggesting that ventures can enhance their performance through alliances with large corporations (Stuart 2000). High strategic fit and complementary strengths between the involved partners positively influences the realization of strategic returns (Thornhill and Amit 2000). Ventures co-financed by CVC investors may even receive higher IPO valuations than comparable firms supported only by independent VC investors (Maula and Murray 2000).

Furthermore, empirical studies provide evidence that CVC investments offer important strategic benefits to corporations (Rind 1981, Sykes 1990, Block and Macmillan 1995, Shrader and Simon 1997).

A performance measurement framework should therefore not only regard financial performance measures, but also strategic returns through the collaboration between corporations and ventures. Supported by these literature based findings, the following section provides a generic performance measurement framework for CVC.

3. Performance measurement of CVC

In general, performance measurement instruments are needed to enable the monitoring and controlling of business results (Epstein and Manzoni 1998, Norreklit 2000). In case of CVC, financial and strategic results, as well as their key performance indicators, should be measured.

Performance measurement can be used as an information base for corporate reports and communication, for instance to inform the corporate senior management about the results of CVC activities. This reporting may serve as a base for result-oriented incentive systems, e.g. for determining the personal performance and incentives of CVC investment managers. Moreover, transition rules are needed to enable the integration with other corporate controlling instruments. To benchmark the results of CVC activities with other CVC investors or with the results of other business units within the corporation, a corporation might use standardized performance measures. However, it must be noted that standardized performance measures support benchmarking activities on the one hand, but lack the flexibility to adapt them to specific environments on the other hand.

CVC-specific factors have to be regarded when setting up a performance measurement instrument for CVC. In fast changing markets, such as e-business or more generally high-tech industries, performance measurement instruments need to be flexible enough to on-going changes in metrics. As CVC activities have different stakeholders, like the corporate senior management, the business units and the ventures, performance measurement instruments should also support different stakeholder views.

Table IV.2-2 compares selected performance measurement instruments regarding the fulfilment of the described requirements.⁴

	Financial Ratios	Discounted Cash Flow	Real Options	Balanced Scorecard
Monitoring and Controlling				
Financial results	X	X	X	X
Strategic results	-	-	X	X
Key performance indicators	-	-	-	X
Reporting and Communication				
Reporting	X	X	X	X
Base of incentives	X	X	-	X
Transition rules to other performance measurement instruments	-	X	-	(X)
Standardized performance measures	X	X	-	(X)
CVC-specific factors				
Flexible metrics for changing environments	-	-	X	X
Support of stakeholder views	-	-	-	X
Legend: X: appropriate (X): partly appropriate -: not appropriate				

Table IV.2-2: Selected performance measurement instruments for CVC and their fulfilment of requirements

The BSC appears to meet the requirements better than the other selected performance measurement instruments based on financial ratios, discounted cash flow, or real-options. Although showing weaknesses in terms of standardized performance measures and clear transition rules to other performance measurement instruments, the BSC clearly offers the most open and flexible architecture. It has the capability to integrate strategic and financial results and its key performance indicators in a mutual framework, in which all other relevant performance measures and instruments can be included, if necessary. The BSC allows performance to be considered from different management perspectives, which is necessary to reflect stakeholder perspectives. Moreover, according to several surveys the BSC is currently one of the most commonly used performance measurement instrument in corporate

⁴ The selection of criteria was made based on literature research and personal experience.

finance, and is therefore the base for an applied conceptual performance measurement framework for CVC in the following paragraphs.⁵

Balanced Scorecard and its perspectives for CVC

Considering the aggregated perspective of a centralized CVC unit⁶ that conducts direct investments, four management perspectives are suggested for a BSC for CVC due to their importance in theory and practice:

- *Financial Perspective*⁷
- *Collaboration Perspective*⁸
- *Process Perspective*⁹
- *Knowledge Perspective*¹⁰

The *Financial Perspective* has the purpose to determine realised and unrealised returns, as well as risk levels of investments. Performance drivers, and strategic results of alliances between business units and ventures are considered in the *Collaboration Perspective*.¹¹ The value chain of CVC processes and its most critical performance measures are covered in the *Process Perspective*. Finally, the *Knowledge Perspective*¹² reflects long-term performance drivers such as the venture capital know-how of investment managers and the technological know-how of ventures. Figure IV.2-1 provides main topics as a guide for defining goals, performance measures and actions in each perspective. With its four perspectives, the BSC for CVC should be applied yearly to changing goals.

⁵ According to a practitioners survey of (Bramante et al. 2003), more than 50% of CFOs use the BSC for performance measurement purposes.

⁶ As this is the most common organizational structure (European Commission and Bannock Consulting 1999).

⁷ E.g. (European Venture Capital Association 1994; Gompers et al. 1998) considering the financial performance.

⁸ E.g. (Block et al. 1995) considering the collaboration with ventures.

⁹ E.g. (Faisst 2002) considering process performance.

¹⁰ E.g. (Maula et al. 2003) considering knowledge creation and transfer and its influence on venture success.

¹¹ The 'Customer Perspective' of Kaplan and Norton (1992) is applied to the Collaboration Perspective.

¹² The 'Learning and Growth Perspective' of Kaplan and Norton (1992) is applied to the Knowledge Perspective.

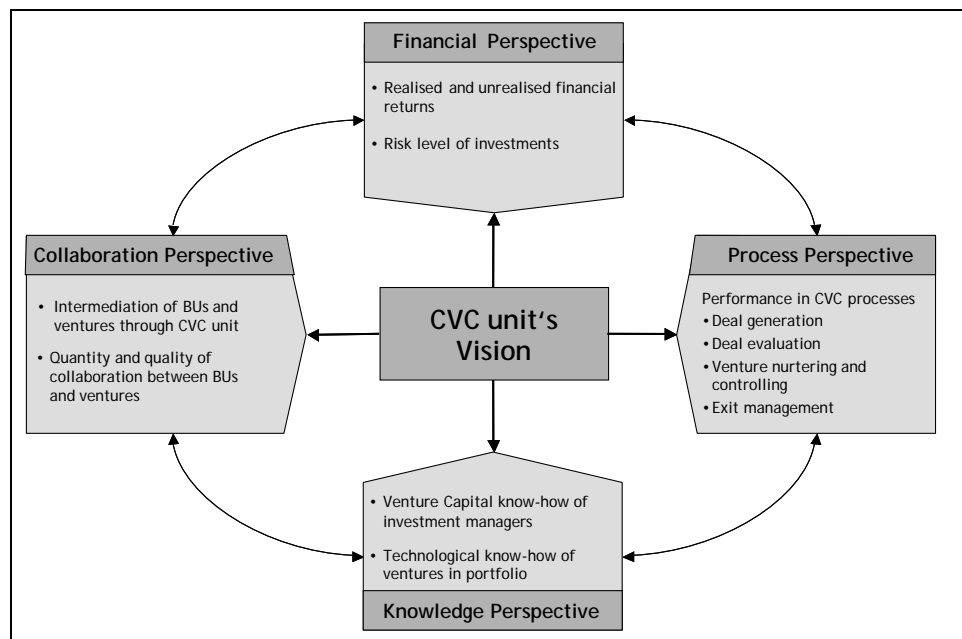


Figure IV.2-1: CVC specific requirements on a Balanced Scorecard

Financial perspective

The financial perspective reflects financial contributions from the CVC unit to the corporation, supplemented by risk indicators. Realised and unrealised financial returns have to be carefully distinguished from one another, as only realised returns can be taken into corporate balance sheets. In terms of general venture capital standards, the European Venture Capital Association (EVCA 1994, 2001) published financial performance definitions based on the Internal Rate of Return (IRR).¹³ Following portfolio theory, risk measures have to be added to financial returns (Markowitz 1952). The concentration level¹⁴, measured by the maximum share of a certain venture, technology, or financing stage, is a commonly used risk indicator to determine the level of portfolio diversification.

Finally, financial performance is driven by the performance in other management perspectives. To make such effects more transparent, cause-effect chains between performance measures need to be determined and analysed.¹⁵

¹³ The European Venture Capital Association (EVCA 1994, 2001) defines: 'The IRR is that rate of discount which equates the present value of the outflows with the sum of the present value of the inflows and the present value of the valuation of the unrealised portfolio.' More detailed, three different types of IRR are distinguished, depending on the performance measurement addressee: The gross return on realized investments (IRR₁), the gross return on all investments (IRR₂), the net return to the founder (IRR₃).

¹⁴ Many CVC investors have a limit of around 10% of total fund volume for a single venture in portfolio (Faisst 2002).

¹⁵ E.g. in empirical studies.

Collaboration perspective

The collaboration perspective enables CVC units to measure their value contributions to its external and internal customer groups, the ventures and the business units. The needs of ventures are primarily the managerial advice and networks of the CVC investment managers. Measurement is needed on how the CVC unit serves the strategic topics of business units, and how it fosters the collaboration between business units and ventures. Collaboration agreements may signal complementary strengths of business units and ventures (Dougherty 1995). Measuring of the quantity and quality of collaboration between business units and ventures gives an indication of their strategic importance. To bridge organisational gaps and to foster the intensity of collaboration, some corporations appoint ‘champions’ in business units. To assess the quality of collaboration, the existence of such appointed ‘champions’ can be determined. Common innovations, e.g. new products, as well as turnover of ventures with business units and their customers, are the end results of these collaborations.

Process perspective

The process perspective covers the most critical process-related performance measures along the value chain of CVC, which compounds five main processes: deal generation, deal evaluation, deal structuring, venture nurturing including controlling, and exit management. Deal generation can be measured in terms of quantity and quality¹⁶ of deal flow in relevant technology sectors. Furthermore, the number of business plans submitted by business units and its employees point out the results in terms of intrapreneurship. In order to stay competitive during the bidding process, the deal evaluation itself must be performed within the same timeframe that top-tier venture capital firms evaluate incoming business plans. Given that business units are involved for their technological expertise, good communication between the CVC unit and the business units is a driving force for timely evaluations, which prevents ‘deal breaking’ losses of market opportunities. At the same time, evaluations have to meet internal process quality standards. Value-adding venture nurturing and controlling is a key process in the value chain of CVC. The limitation of five portfolio companies per CVC investment manager enables sufficient support for the ventures and an appropriate usage of control rights (Kaplan and Strömberg 2002). To limit the risks of investments, CVC investors typically apply milestone-based financing and controlling. The achievement of milestones can be measured and used to evaluate the investment quality and the venture nurturing and controlling. Finally, the exit management is performed to realise the return on investment. Potential exit channels comprise an IPO or a trade sale to another corporation, vs. opportunities for corporate integration via a trade sale to business units, besides liquidation in the

¹⁶ Quality of deal flow is indicated e.g. by the percentage of business plans reaching full due diligence.

case of failed ventures. To measure the share of each exit channel provides additional information about the results of the ‘venture lifecycle’.

Knowledge perspective

The knowledge perspective considers the know-how of investment managers and of ventures. Several studies showed that the experience of investment managers is a success factor of CVC (Winters and Murfin 1988, Siegel et al. 1988). Knowledge assets are often the most important assets of high-tech ventures. CVC investors evaluate these to determine potential synergies and knowledge spill-over-effects from ventures to business units. Copyrights, patents or licenses indicate protected intangible assets, and reflect the innovation output of the ventures. The cumulated development time of the venture’s technology provides an indicator for the time needed to imitate the technology within the corporation. In-depth knowledge evaluation methods, such as the ‘Calculated Intangible Value Method’ by Stewart (1997), may provide additional information, but faces the problem that it requires historical data, as well as high implementation efforts in the case of evaluating an entire venture portfolio.

Strengths and weaknesses of a Balanced Scorecard for CVC

Research papers on performance measurement of CVC are rare, and the instances of implemented BSCs at CVC investors are very limited. Nevertheless, the status of the academic discussion (Epstein and Manzoni 1998, Norreklit 2000) on strengths and weaknesses of the BSC appears to be transferable on the specifics of CVC.

As there is no standardised way of using a BSC for CVC, each BSC has to be applied to the specific strategy and development stage of the CVC unit, i.e. perspectives and performance measures should be individually selected. Assuming such an individual implementation, the BSC for CVC reduces complexity to roughly 20 performance measures, and communicates these financially and strategically relevant performance measures to all involved managers.¹⁷ Probing the BSC for CVC on the earlier described requirements, the BSC can be used to monitor strategic and financial results including their key performance drivers in a balanced way, and furthermore as a base for corporate reports and personal incentive systems of CVC investment managers.¹⁸ Continuously developing, the BSC supports the organisa-

¹⁷ Kaplan and Norton (1992) recommend the usage of around 20 performance measures in order to focus management attention.

¹⁸ The linkage of the BSC with personal incentive systems is on one hand important to encourage involved managers to leverage the CVC unit’s performance according to the performance measures defined in the BSC. On the other hand the simultaneous use of the BSC as an instrument as a planning and incentive system bears the danger, that managers might influence performance measures and their values only for personal purposes.

tional learning process, which is essential in knowledge driven and rapidly changing CVC settings.

The next section illustrates these findings on performance measurement of CVC with the case of Siemens Venture Capital.

4. Case Study: CVC Management at Siemens Venture Capital

Siemens Venture Capital (SVC), a leading international CVC investor, has been using the BSC since 1999 as a management instrument to structure and shape its organisational development.

The following case study introduces Siemens Venture Capital and describes how the BSC supports the ‘translation of strategy into action’ (Kaplan and Norton 1992), as well as the performance measurement at Siemens Venture Capital. After the description of the evolution of the SVC Scorecard over the course of time, the case study summarises the observed challenges and key benefits of the BSC at Siemens Venture Capital.

Siemens Venture Capital

When forming Siemens Venture Capital, the idea was to build a CVC unit to strengthen Siemens’ worldwide innovation and growth through direct and indirect venture capital investments. Siemens Venture Capital’s objectives are to achieve excellent financial and strategic returns. In terms of strategic benefits, Siemens Venture Capital strives to foster innovation by opening a ‘window on technology’¹⁹ for the business units, to improve intrapreneurship within Siemens AG, and to build valuable networks with outside innovators.

Performance measurement at Siemens Venture Capital

Siemens Venture Capital’s long-term goal is to act as a best-in-class intermediary between its two customer groups, Siemens and its business units on the one side and the portfolio companies on the other, while aiming to foster the building of strategic alliances to enhance Siemens’ position as a premier player in the high-tech industry. Siemens Venture Capital has chosen the BSC to define strategy-driven tasks, to focus the whole team on the most important value drivers in CVC, to measure Siemens Venture Capital’s performance, and to link the BSC to a personal incentive system. As a CVC organisation, Siemens Venture Capital is not only required to report financial results to its investor, Siemens AG, but also strate-

¹⁹ Siemens AG’s business scope: wireline/wireless communication, industrial automation solutions, healthcare solutions and medical diagnostics, automotive and networked transportation systems, and energy management.

gic results. This necessitates a strategy and planning process in cooperation with the business units.

Strategy and planning process

Siemens Venture Capital meets on a regular basis with the business units to discuss technology, market and business trends. Additionally, Siemens Venture Capital organises ‘technical circles’ focusing on specific technologies, to foster the exchange of technology expertise between Siemens’ experts, venture capitalists, universities and entrepreneurs. The results of these meetings are then translated into Siemens Venture Capital’s investment strategy in the areas of information, communication and automation technologies. Siemens Venture Capital’s foremost task is to find the ideal outside innovation which can best complement internal R&D’s efforts to speed up innovation.

Reporting

Siemens Venture Capital is required to deliver monthly and quarterly reports to its Siemens-internal investors. The main focus of these reports is on: EBIT contribution, amount of capital invested and realised returns, financial forecasts and new trends, as well as the volume of existing operative collaboration agreements between the business units and Siemens Venture Capital’s portfolio companies, which serve to track the strategic impact of Siemens Venture Capital’s investments and to visualise new strategic alliances initiated by its CVC activities. The SVC Scorecard is used for planning and tracking all activities on the level of Siemens Venture Capital as a unit, while supporting the decisions on Siemens Venture Capital’s strategic positioning.²⁰

Incentive system

The objective of building a positive track record, in a relatively short period of time, could only be realised if Siemens Venture Capital managed to build an efficient team, and in parallel speed up the personal development of each team member. Therefore, it was decided to link the scorecard goals with a personal incentive system to foster team and individual performance, instead of only measuring and monitoring Siemens Venture Capital’s performance as a whole. By splitting team goals and individual goals, the likelihood that individual ambition would be accompanied by a considerable amount of team spirit was greatly increased.

²⁰ There is no scorecard on the investment level to track the performance of the portfolio companies nor of the Venture Capital funds.

Structure and development of SVC's Scorecard

When starting SVC, the slogan 'Fostering Innovation for Economic Success™' clearly reflected the two core goals of Siemens Venture Capital: the strategic objective, i.e. contributing to Siemens' growth and innovation, and the financial objective, i.e. investing in ventures that have the potential to become successful and profitably exited.

Against the background of financial and strategic goal setting, Siemens Venture Capital decided to plan and manage its CVC activities using a BSC.

SVC Scorecard development process

In 1999 Siemens Venture Capital defined the following process to identify the management perspectives, key performance drivers and specific goals with the respective actions and measures for a successful start as a CVC. The process started with the introduction of Kaplan's and Norton's BSC concept to all team members (Kaplan and Norton 1992).

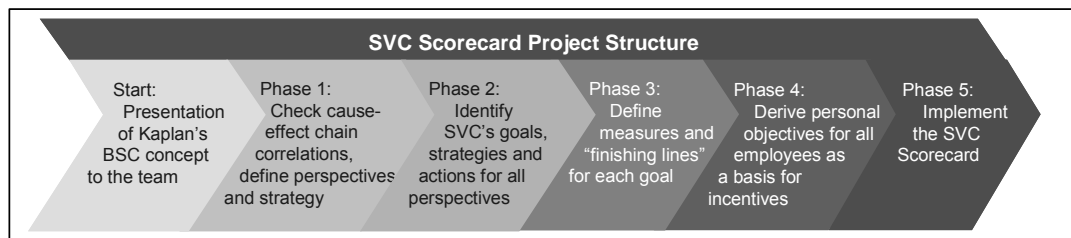


Figure IV.2-2: SVC Scorecard project structure

Management perspectives and key performance drivers at Siemens Venture Capital

After analysing the existing strategic plans and instructions, Siemens Venture Capital started a SWOT-Analysis (Andrews 1971) to identify potential strengths and weaknesses as well as opportunities and threats, thus generating a set of potential strategies. Concurrently, in the beginning of the project, Siemens Venture Capital discussed the most important cause-effect-chain correlations to define the management perspectives of the SVC Scorecard.

Derived from the classic approach of having four perspectives - financial, customer, internal, learning and growth - Siemens Venture Capital decided to combine parts of Kaplan's and Norton's (1992) 'Internal Business Process Perspective' and 'Learning and Growth Perspective' into one perspective, the Internal Process Perspective. As more or less all processes in a CVC unit were people-driven, Siemens Venture Capital decided to bundle all processes and people related goals into one perspective, leading to the SVC Scorecard with only three perspectives (Figure IV.2-3):

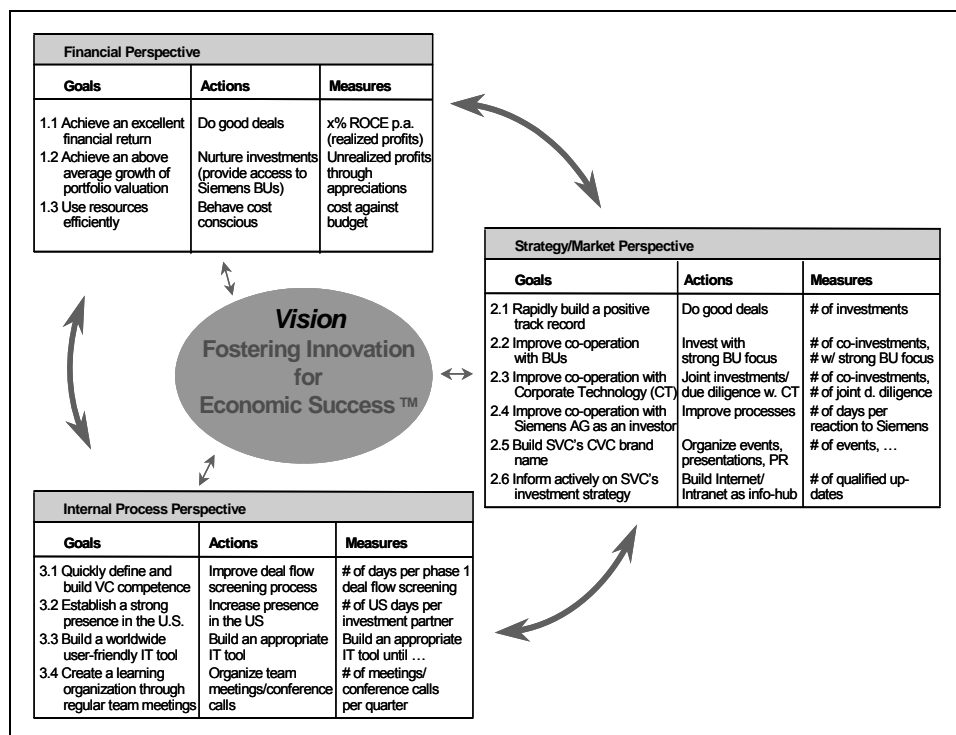


Figure IV.2-3: SVC Build Scorecard

Financial Perspective

Siemens Venture Capital began by defining its high-level financial objective: to achieve a predetermined return on capital employed (ROCE) per annum in realised profits. Despite the fact that the most accepted financial performance measure in venture capital is the IRR, Siemens Venture Capital decided to use the ROCE as a measure for its realised profits (and losses). Unrealised profits were reported separately, as they are not immediately EBIT relevant.

The most important driver for the best financial results was represented in the second objective: to achieve an above average growth of unrealised portfolio valuation through actively nurturing the ventures, i.e. introducing them to the Siemens business units to promote the establishment of cooperation agreements and strategic alliances which in turn allow Siemens Venture Capital's portfolio companies to create revenues from Siemens, and at the same time provide an early view on new, innovative technologies and business models for the Siemens business units. The efficient use of Siemens Venture Capital's resources was viewed as being another driver for a good financial performance.

Strategy/Market Perspective

This perspective reflects Siemens Venture Capital's collaboration strategy. Being a newcomer to venture capital, Siemens Venture Capital had to build a positive track record as quickly as possible. Its role as a CVC unit was, and still is, to be the intermediary between its two groups of customers, the business units/Siemens and its ventures. One of the most essential tasks in this context was the education of both groups to enable them to better understand each other's needs and limitations.

One of the major objectives of Siemens Venture Capital was to build an intensive network to the relevant business units in order to identify their needs with respect to strategically interesting ventures. It was the aim to involve Corporate Technology in joint due diligence, in order to educate their experts in venture capital and to profit from their deep technology expertise. Another goal was to improve the cooperation with the business units through joint co-investments or through investments that had a strong business unit focus. In order to monitor these respective achievements, the number of co-investments between the business units and Siemens Venture Capital, and the number of investments that had a strong business unit focus were measured. Additionally, it was necessary to quickly establish an excellent network into the relevant venture capital scene worldwide and to actively and clearly communicate Siemens Venture Capital's investment strategy to attract top quality deal flow.

Internal Process Perspective

Siemens Venture Capital, a start-up itself, grew from five to more than fifteen employees within the first 18 months of its existence.²¹ Key challenges that had to be managed were the strategic alignment and coaching of all team members, the development of lean structures to enable fast decisions, as well as ensuring a steep learning curve for the entire team. As most venture capital activities took place and still take place in the U.S., Siemens Venture Capital had to establish a strong U.S. presence; first through one office in Silicon Valley and later through a second office in Boston, MA.

The two main purposes of Siemens Venture Capital's first BSC were to facilitate the swift creation of a CVC organisation that could cope with the increasingly challenging venture capital environment during the hype times of 1999 and 2000, and to use the SVC Scorecard as the basis for personal incentives.

²¹ As of July 2004 SVC grew to over 25 employees

Evolution of SVC's Scorecard focus

While Siemens Venture Capital's first scorecard was structured to speed up the team building and learning curve designed to get its feet wet in venture capital, the following scorecards had slightly different purposes, each depending on the main challenges that had to be overcome (Figure IV.2-4).

In 2004, Siemens Venture Capital got along with its sixth generation scorecard. Since 1999, the circumstances in venture capital have changed significantly leading to the necessity of changing parts of the SVC Scorecard more or less each year.

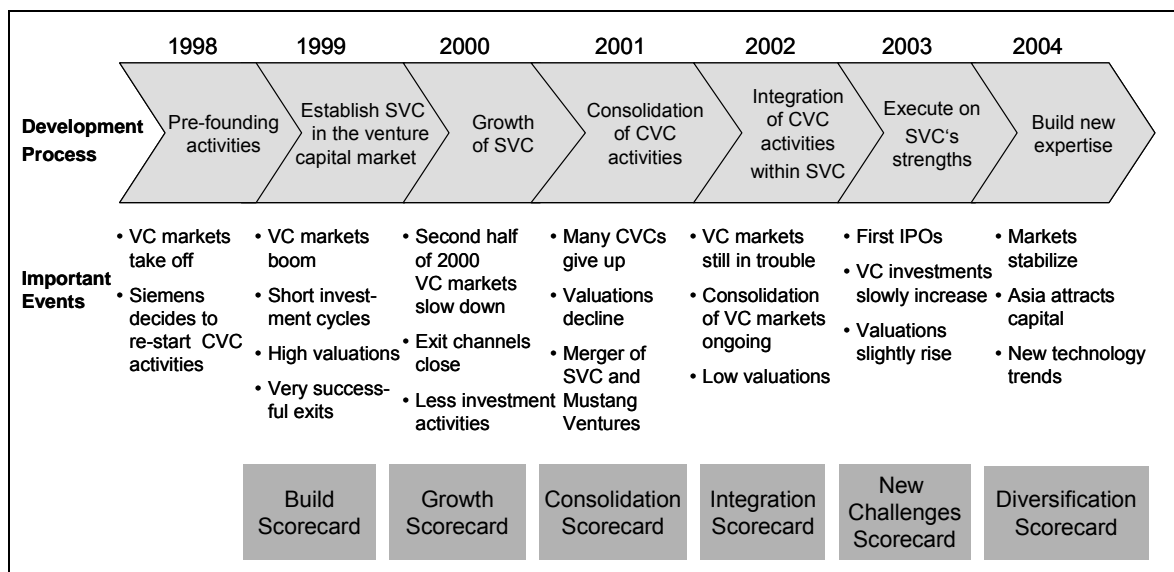


Figure IV.2-4: SVC Scorecard evolution

'Build' Scorecard

With the unprecedented venture capital market boom of 1999, nascent CVC units were forced to cope with short decision periods, high valuations, and a reputation that did not necessarily allow them easy access to the best deals. Therefore, Siemens Venture Capital's 1999 'Build' Scorecard focused on swiftly establishing a lean organisational structure along with a top tier venture capital network.

'Growth' Scorecard

In 2000, Siemens Venture Capital concentrated on improving its processes, as well as focusing on nurturing its growing portfolio through actively initiating cooperations between its ventures and the respective business units. Although the Financial Perspective remained more or less unchanged, the Strategy/Market Perspective and the Internal Process Perspective looked quite different from its 1999 form. For instance, the following goals were added to foster 'Growth': add value to the portfolio companies through review meetings on a regular basis, and increase interaction with the business units/Corporate Technology in order to better understand their future needs. A benchmarking project on best-in-class due diligence practices should result in fast and trouble-free decisions within the investment

committees. Another project had to define Siemens Venture Capital's core competences vis-à-vis its portfolio companies, i.e. opening Siemens to its ventures. All in all, the main purpose of the 'Growth' Scorecard was to further enhance Siemens Venture Capital's CVC expertise, thus increasing its value proposition towards its customers/partners.

'Consolidation' Scorecard

When 2001 approached, it became clear that the venture capital industry was in a turmoil. Valuations had come down dramatically, many start-ups did not get funded, the exit channels were almost completely closed, and fund raising became very difficult. For 2001, Siemens Venture Capital's focus remained centered on enhancing its expertise and intensifying the cooperation with the business units. The focus was shifted more towards nurturing the existing portfolio, instead of seeking out new investments. Portfolio reviews became increasingly important in order to determine which companies had the potential to survive, and thus worthy of additional financing. In its 2001 scorecard, Siemens Venture Capital measured for instance the number of portfolio review meetings. The main scorecard focus was on 'Consolidation', i.e. adjusting the remaining resources so that they last for a longer time than previously planned.

'Integration' Scorecard

In October 2001, Siemens Venture Capital was merged with Mustang Ventures, another CVC unit at Siemens that was formerly dedicated to manage a separate fund established in the Siemens Group 'Information & Communications'. The rationale for the new entity (which was still called Siemens Venture Capital) was to realise synergies and ensure 'one voice to the market'. The most important goals of the 2002 'Integration' Scorecard were related to building one team, to defining and enhancing the domain expertise of all investment partners, and in realising Siemens Venture Capital's investment strategy in best-in-class high-tech start-ups. One of the main objectives was again to increase the quantity and to improve the quality of the meetings with the business units and Siemens as an investor, in order to prove that Siemens Venture Capital continues to play an important role within Siemens' 'global network of innovation'. As many of the portfolio companies had grown considerably over the last years, Siemens Venture Capital started to set volume goals for sales/cooperation between its portfolio companies and the business units, and to measure it accordingly. Following the trend of 2002, in 2003, no major changes in the economic situation occurred. Investment activities remained at a low level, keeping it difficult to raise money, especially for later round financings. Only in the U.S., did venture capital investments start to grow slowly.

'New Challenges' Scorecard

Due to the tough economic environment, it became obvious that competition for scarce resources was increasing. Consequently, the team and each individual within Siemens Venture Capital had to carefully assess the capital needs of its investments and was measured, among other goals, by the accuracy of the forecast on capital requirements and valuation

changes of the investments. In other developments, Siemens Venture Capital started a new fund in the healthcare sector, as well as new regional initiatives aimed at actively positioning itself vis-à-vis the ‘new challenges’ that were defined by the economic situation.

‘Diversification’ Scorecard

With a strong start 2004, the venture capital industry reprised momentum, in terms of number of investments as well as divestment activities. With the continued recovering of the economic situation, venture capital activities expanded into new regions, e.g. Asia and Russia. Furthermore, new technologies associated with the rise of Internet usage, security needs and innovation in the bio-/nanomaterials sector, became increasingly important. In order to cope with these new developments, Siemens Venture Capital prepared itself to set up new regional and technological initiatives to keep pace with the most recent trends. These initiatives were mirrored in SVC’s ‘Diversification’ Scorecard in 2004.

Over the course of time, the SVC Scorecard structure remained more or less unchanged, while the strategic focus of the Strategy/Market Perspective and the Internal Process Perspective had to be adjusted yearly, given the significant changes in the venture capital industry since 1999. Goals that were achieved had been replaced completely, and new goals had to be added in order to reflect new challenges from outside.

Discussion of the SVC Scorecard

The most important finding after six scorecard cycles, is that the BSC concept, due to its flexible structure, has ideally met Siemens Venture Capital’s needs towards a management and performance measurement instrument. It has also proved to be a solid basis for a personal incentive system.

Challenges

The initial scorecard process, as described above, required a great amount of time and involvement of as many team members as possible. Therefore, the larger the organisation, the more complex the process becomes. Although, the update and adjustment of the scorecard has gone smoother and smoother year to year. Using a BSC, especially in conjunction with a personal incentive system, requires a culture of openness and transparency, which allows the prevention of misleading objectives and performance measures.

Key benefits

The linkage between the SVC Scorecard and the personal incentive system made the scorecard a highly effective tool because it motivated everybody to participate and to contribute as much as possible to the achievement of the goals. The quarterly review of the scorecard status initiated timely and ongoing strategy discussions, which lead to improved processes and better goals year to year. Over time, the strategic focus of the CVC program became stronger than it was when SVC started its investment activities in 1999.

The scorecard process provides a framework to establish a strategically driven, goal-oriented organisation. Developing a scorecard and actively pursuing its objectives sets a good basis for a learning organisation. Overall, the SVC Scorecard supports financial and strategic reporting, thus making Siemens Venture Capital's contribution to Siemens' Global Network of Innovation very transparent.

5. Conclusions and outlook

The BSC can be a useful instrument for measuring the financial and strategic results of CVC investments. It fits into both worlds: in the established corporate environment, and in the unestablished, entrepreneurial environment of small ventures, such as e-business ventures. The BSC supports CVC investment managers in communicating strategy and linking strategy to quantifiable performance measures, e.g. regarding the current collaboration results of business units and ventures. Due to its flexible framework, the BSC, if continuously adopted, ideally suits the requirements of a CVC organisation to quickly adjust to fast changing environments. Furthermore, the BSC provides the basis for the reporting to corporate senior management and for the implementation of incentive systems. Nevertheless, it is not possible to measure the performance of CVC in a standardised way. Depending on the individual strategy of a CVC unit and its stage of development, specific management perspectives and performance measures need to be defined.

The case study of Siemens Venture Capital shows the implementation of an individually designed BSC. After several years in practice, it is clear that the usage and ongoing enhancement of the scorecard provided a basis for a goal-oriented and learning organisation. The BSC concept is gaining more and more acceptance in the CVC industry, but has not yet been implemented over different cycles of the Venture Capital industry. Given the results of this paper, an empiric observation of performance measurement systems of a larger sample of CVC investors is recommended for future research.

References (section IV.2)

- Andrews, K., 1971. The Concept of Corporate Strategy, Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois.
- Biggadike, R., 1979. The risky business of corporate diversification. *Harvard Business Review*, May-June, 103-111.
- Block, Z., MacMillan, I.C., 1995. Corporate Venturing – creating new businesses within the firm. *Harvard Business School Press*.
- Bramante, J., Pillen, G., Simpson, D., 2003. CFO Survey: Current state and future direction. An IBM Institute for Business Value executive brief, New York.
- Dougherty, D., 1995. Managing your Core Incompetencies for Corporate Venturing. *Entrepreneurship in Theory & Practice* 19, 3, 113-135.
- Epstein, M.J., Manzoni, J.-F., 1998. Implementing Corporate Strategy – From Tableaux de Bord to Balanced Scorecards. *European Management Journal* 16, 2, 190-203.
- European Commission, Bannock Consulting, 1999. Corporate Venturing in Europe. *Report, Brussels/London*.
- European Venture Capital Association, 1994. The EVCA Performance Measurement Principles. *Zaventem, Belgium*.
- European Venture Capital Association, 2001. EVCA Valuation Guidelines. *Zaventem, Belgium*.
- Faisst, U., 2002. Performance Measurement in Corporate Venturing. *Eul, Cologne/Lohmar, Germany*.
- Gompers, P., Lerner, J., 1998. The determinants of Corporate Venture Capital Success. *National Bureau of Economic Research, Working Paper 6725, Cambridge, MA*.
- Hellmann, T., 2002. Theory of strategic venture investing. *Journal of Financial Economics*, 5, 285-314.
- Kanter, R.M., North, J., Bernstein, A.P., Williamson, A., 1990. Engines of progress: Designing and running entrepreneurial vehicles in established companies. *Journal of Business Venturing* 5, 415-430.
- Kaplan, R.S., Norton, D.P., 1992. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review* 70, 1, 71-79.
- Kaplan, S.N., Strömberg, P., 2002. Financial Contracting Theory Meets the Real World: An Empirical Analysis of Venture Capital Contracts. *Review of Economic Studies* 70, 2, p. 281-315.

Manigart, S., De Waele, K., Wright, M., Robbie, K., Desbrières, P., Sapienza, H.J., Beekman, A., 2002. Determinants of required return in venture capital investments: a five country study. *Journal of Business Venturing*, 4, 291-312.

Markowitz, H.M., 1952. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7, 77-91.

Maula, M., Autio, E., Murray, G., 2003. Prerequisites for the creation of social capital and subsequent knowledge acquisition in Corporate Venture Capital. *Venture Capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance* 5, 2, 117-134.

Maula, M., Murray, G., 2000. Corporate Venture Capital and the creation of US public companies: the impact of sources of Venture Capital on the performance of portfolio companies. *20th annual conference of the Strategic Management Society*.

Norreklit, H., 2000. The Balance on the Balanced Scorecard – a Critical Analysis of Some of its Assumptions. *Management Accounting Research* 11, 1, 65-68.

Rind, K. W., 1981. The role of venture capital in corporate development. *Strategic Management Journal* 2, 169-180.

Shrader, S., Simon, M., 1997. Corporate vs. independent new ventures: Resources, strategy and performance differences. *Journal of Business Venturing* 1, 47-66.

Siegel, R., Siegel, E., MacMillan, I.C., 1998. Corporate venture capitalists: Autonomy, obstacles, and performance. *Journal of Business Venturing* 3, 233-248.

Silver, A. D., 1993. Strategic Partnering. *MacGraw-Hill, Wellesley, Mass.*

Stewart, T., 1997. Intellectual Capital: The new Wealth of Organizations. *London*.

Stuart, T. E., 2000. Interorganizational alliances and the performance of firms: a study of growth and innovation rates in a high-technology industry. *Strategic Management Journal* 21, 791-811.

Sykes, H.B., 1990. Corporate Venture Capital: Strategies for Success. *Journal of Business Venturing* 1, 37-47.

Thornhill, S., Amit, R., 2000. A dynamic perspective of internal fit in corporate venturing. *Journal of Business Venturing* 1, 25-50.

Winters, T.E. and Murfin, D.L., 1988. Venture Capital Investing for Corporate Development Objectives. *Journal of Business Venturing* 3, 207-223.

Zahra, S.A., 1996. Technology strategy and new venture performance: A study of corporate sponsored and independent biotechnology ventures. *Journal of Business Venturing* 4, 289-321.

IV.3. Beitrag: „Anreizkompatible Beteiligungsfinanzierung in Corporate Venture Capital-Kooperationen zwischen Investoren und Innovatoren“

Autoren: Ulrich Faisst und Björn Häckel, beide Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, Universitätsstraße 16, D-86135 Augsburg, Email: { ulrich.faisst | bjoern.haeckel } @wiwi.uni-augsburg.de, <http://www.wi-if.de>.

Überarbeitete Fassung, Oktober 2005, erneut zur Begutachtung eingereicht bei „DBW - Die Betriebswirtschaft“.

Zusammenfassung

Die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Corporate Venture Capital-Kooperation wird maßgeblich durch hohes Einsatzniveau des Corporate Investors und des Innovators gesteigert. Hohes Einsatzniveau wird jedoch nur dann von beiden Akteuren geleistet, wenn dies aus Sicht des jeweiligen Akteurs vorteilhaft ist. Das in diesem Beitrag entwickelte Modell zeigt zunächst für den Fall symmetrischer Information der Akteure, dass durch die geeignete Wahl der Beteiligungsquote des Corporate Investors am gemeinsamen Venture Anreize für beidseitig hohes Einsatzniveau der Akteure geschaffen werden können. Möglicherweise auftretendes Täuschungsverhalten bei Informationsasymmetrie bzgl. der Disnutzen für hohen Einsatz und entsprechendes Antizipationsverhalten beider Akteure können dazu führen, dass zumindest ein Akteur nicht mehr bereit ist, ein hohes Einsatzniveau zu leisten.

Stichworte: Gründungs- und Wachstumsfinanzierung, Corporate Venture Capital-Kooperationen, Beteiligungsquoten, beidseitige Anreizbedingungen bei Informationssymmetrie und -asymmetrie

Danksagung: Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. G. Bamberg und Herrn Prof. Dr. H. U. Buhl, beide Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Augsburg, Herrn Prof. Dr. P. Witt, WHU, Vallendar, sowie den beiden anonymen Gutachtern dieses Beitrags für wertvolle Anregungen und Hinweise.

1. Einleitung

Der Corporate Venture Capital (CVC)-Markt entwickelte sich ausgehend von den USA in den 60er Jahren in drei Wellen¹ und erreichte im Jahr 2000 seinen vorläufigen Höhepunkt, als weltweit über 30 Milliarden US Dollar investiert wurden. In Deutschland hat sich CVC erst Ende der 1990er Jahre mit der letzten CVC-Welle etabliert. So haben eine Reihe von deutschen, industriellen Großunternehmen, wie bspw. die Siemens AG, in den vergangenen sechs bis acht Jahren eine Vielzahl von CVC-Investitionen durchgeführt und verfügen mittlerweile über zahlreiche direkte Beteiligungen an Ventures und indirekte Beteiligungen über Venture Capital Funds.²

Industrielle Großunternehmen als Corporate Investoren können insbesondere in Deutschland nach wie vor als Neulinge auf dem Venture Capital (VC)-Markt betrachtet werden. Ihre Investitionen beschränken sich bisher vornehmlich auf kleinere Minderheitsbeteiligungsquoten von 1%-25% der Anteile an einem Venture.³ Die Rolle des Lead-Investors wird zumeist von VC-Gesellschaften übernommen. Darüber hinaus verfolgen die meisten Corporate Investoren im Gegensatz zu VC-Gesellschaften nicht nur finanzielle, sondern zugleich auch strategische Ziele.⁴ Corporate Investoren können Leistungen für das Venture erbringen, die über das Leistungsangebot von anderen Investorengruppen, wie VC-Gesellschaften, Business Angels oder Banken, hinausgehen. Insbesondere durch die Möglichkeit der Bereitstellung von materiellen und personellen Unternehmensressourcen, wie z. B. Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen, können sie stärker zum Erfolg des Ventures beitragen als andere Investorengruppen.

Da der Corporate Investor bei der Erbringung von Unterstützungsleistungen in vielen Fällen Opportunitätskosten hat, müssen Anreize geschaffen werden, damit er seinen spezifischen Beitrag zum Erfolg des Ventures leistet. Aufgrund ihrer tendenziell geringen finanziellen Beteiligung liegt die Vermutung nahe, dass für Corporate Investoren gegebenenfalls Anreize fehlen, ihren spezifischen Beitrag zu leisten, und sie sich daher passiv verhalten. Umgekehrt müssen aber auch für den Innovator Anreize bestehen, seinen spezifischen Beitrag, wie z. B. den intensiven Einsatz seines Humankapitals, für das Venture zu erbringen. Um die größtmögliche Erfolgswahrscheinlichkeit für das gemeinsame Venture zu erzielen, ist jedoch der tatkräftige Einsatz beider Akteure notwendig.

¹ Siehe Block/MacMillan (1995).

² So ist z. B. die Siemens Venture Capital GmbH mittlerweile mit einem Beteiligungsportfolio von ca. 500 Mio. € an über 70 Ventures beteiligt.

³ Laut einer empirischen Untersuchung (Siehe Rümmele (2000), S. 77) halten deutsche Corporate Investoren durchschnittlich 21% der Anteile des Ventures. 60% der deutschen Corporate Investoren treten nur als Co-Investoren auf.

⁴ Siehe Witt/Brachtendorf (2002), S. 12f.

In diesem Beitrag wird untersucht, welche Anreizbedingungen in CVC-Kooperationen für Innovator *und* Corporate Investor gleichzeitig erfüllt sein müssen, damit beide Akteure einen Anreiz haben, ihren spezifischen Beitrag für das Venture zu leisten. Zur Ermittlung von Anreizbedingungen wird die Beteiligungsquote des Corporate Investors am Venture in den Mittelpunkt gestellt und es werden insbesondere folgende Fragestellungen untersucht:

- Können durch die geeignete Wahl der Beteiligungsquote für beide Akteure Anreize zur Erbringung hohen Einsatzniveaus geschaffen werden?
- Auf welche Beteiligungsquote werden sich die beiden Akteure innerhalb des Verhandlungsprozesses einigen?
- Welche Auswirkungen haben Informationsasymmetrien bzgl. der aus jeweils hohem Einsatzniveau der Akteure resultierenden Disnutzen? Wie kann dabei die Antizipation falscher Disnutzen-Angaben durch die Akteure berücksichtigt werden?

2. Stand der Forschung

In Literatur und Praxis hat sich zum Themenbereich Corporate Venture Capital eine Reihe von verwandten Begriffen wie u. a. Corporate Venturing⁵, Corporate Entrepreneurship, Intrapreneurship oder Venture Management⁶ mit jeweils unterschiedlichen Definitionen herausgebildet.⁷ So gibt es auch zu Corporate Venture Capital-Kooperationen bislang keine einheitliche Definition.⁸ Im Rahmen dieses Beitrags sollen *Corporate Venture Capital-Kooperationen* anhand der folgenden Merkmale beschrieben werden:

- *Akteure:* An CVC-Kooperationen im Rahmen eines gemeinsamen Ventures - als neu gegründetes unabhängiges Unternehmen - sind sowohl Innovatoren als auch industrielle Großunternehmen als Corporate Investoren, deren Kerngeschäft nicht in der Durchführung von Finanzgeschäften besteht, beteiligt.
- *Art der Beteiligung:* CVC-Kooperationen setzen die direkte finanzielle Beteiligung des Corporate Investors an dem gemeinsamen Venture in Form von Eigenkapital und/oder eigenkapitalähnlichen Mitteln voraus. Im weiteren Sinne sind zwar auch indirekte Beteiligungen des Corporate Investors über Fonds von Venture Capital Investoren möglich,

⁵ Vgl. z. B. Block/MacMillan (1995).

⁶ Vgl. z. B. Nathusius (1979).

⁷ Schween (1996) für einen Überblick über die Begriffe.

⁸ Vgl. Fink (2003) für eine Definition von „Corporate Venturing-Kooperationen“.

diese sollen jedoch nicht in die Definition (im engeren Sinne) mit eingeschlossen sein. Ebenso soll der Innovator direkt am Venture beteiligt sein.⁹

- **Ziele der Akteure:** Mit CVC werden durch Corporate Investoren sowohl finanzielle als auch strategische Ziele, wie der Zugang zu neuen Technologien („Window on Technology“) verfolgt. Innovatoren verfolgen durch die Kooperation mit einem Corporate Investor ebenfalls finanzielle und strategische Ziele, wie z. B. die Erzielung eines schnelleren Marktzugangs durch das etablierte Vertriebsnetz des Corporate Investors.¹⁰
- **Komplementäre Stärken und Leistungen der Akteure:** Corporate Investoren und Innovatoren bringen komplementäre Stärken und damit auch komplementäre Leistungen in eine CVC-Kooperation mit ein: Während ein Corporate Investor neben einer vorhandenen Unternehmens-Infrastruktur mit Produktionsstätten, Vertriebsnetz, etc. insbesondere über eine etablierte Marktposition verfügt, kann der Innovator – neben seiner hohen Eigenmotivation und Kreativität - technologische Innovationen und neuartige Geschäftsideen in das gemeinsame Venture einbringen.¹¹

Nach dieser Beschreibung der Merkmale von CVC-Kooperationen soll im Folgenden ein Literaturüberblick bezüglich des Stands der Forschung speziell zu Anreizproblemen zwischen Innovatoren und Investoren gegeben werden, um so eine bestehende Forschungslücke aufzuzeigen (vgl. Abbildung IV.3-1 *auf der nächsten Seite*):

Die bisherige Literatur beschränkt sich bei der Analyse von Anreizproblemen überwiegend entweder auf die Seite des Innovators oder auf die Seite des Investors. Casamatta (2003), Houben (2002) sowie Schmidt (2003) untersuchen zwar das Problem des beidseitig effizienten Einsatzniveaus, Cable/Shane (1997) das Problem beidseitig kooperativen Verhaltens. Allerdings betrachten diese Beiträge die Kooperation zwischen einem Innovator und einem unabhängigen Venture Capital (VC)-Investor und gehen des Weiteren von einer Situation *nach* Vertragsabschluss aus.

⁹ Vgl. z. B. Schween (1996) zur Form der Beteiligung. McNally (1997) unterscheidet darüber hinaus zwischen direktem CVC und indirektem CVC. Indirekte Beteiligungen über Venture Capital Fonds sollen jedoch im Rahmen dieses Beitrags nicht in die Definition von CVC-Kooperationen eingeschlossen sein, da der wechselseitige Leistungsaustausch zwischen Corporate Investor und Innovator in diesem Falle nicht oder nur kaum zu beobachten ist.

¹⁰ Vgl. z. B. Witt/Brachtendorf (2002) für empirische Ergebnisse zu den Zielen von Corporate Investoren sowie z. B. Faisst (2002) für eine Klassifikation der Ziele und Subziele.

¹¹ Vgl. z. B. Block/MacMillan (1995), Schween (1996), Lorenz/Seeliger (2000), Fink (2003).

Ursachen für Anreizprobleme	Untersuchte Anreizprobleme	Quelle
Asymmetrische Information vor Vertragsabschluss:		
<i>Problemfeld der hidden information bzw. hidden characteristics</i>	Investor kann Qualität des Innovators nicht einschätzen und finanziert gar nicht oder nur zu teuren Konditionen; "gute" Innovatoren werden vom Markt verdrängt.	Hellmann (1998), Schulz (2000)
	Investor kennt Typ des Innovators nicht und muss über Art des Monitoring entscheiden.	Winton/Yerramilli (2003)
	Problem adverser Selektion, aufgrund privaten (nicht monetären) Nutzens des Innovators, der durch den Investor nicht beobachtbar ist.	Kirilenko (2001)
	Innovator und Investor besitzen private Information, welche sie nur unter bestimmten Bedingungen preisgeben.	Houben (2002)
Asymmetrische Information nach Vertragsabschluss		
<i>1) Problemfeld der hidden action</i>	Innovator reduziert Leistungseinsatz ("shirking").	Harris/Raviv (1979), Kürsten (1995), Schulz (2000)
	Innovator setzt Kapital für persönlichen Nutzen ein ("perk consumption").	Bergemann/Hege (1998), Gompers (1993), Trester (1998)
	Innovator betreibt riskante, aber ineffiziente Geschäftspolitik.	Gompers/Lerner (2000)
	Innovator betreibt wenig riskante, aber ineffiziente Geschäftspolitik (Sicherheitsanreiz des Innovators).	Bigus (2001)
	Innovator hat Fehlanreiz, die Erfolgsbilanz zu "schönen" ("window dressing").	Cornelli/Yosha (2001)
	Investor reduziert Leistungseinsatz wegen negativer externer Effekte.	Hellmann (2002)
	Double moral-hazard Problem bezüglich Leistungseinsatz zwischen Innovator und VC-Investor	Casamatta (2003), Houben (2002), Schmidt (2003)
	Entscheidung von Innovator und Investor bezüglich Kooperation oder Nicht-Kooperation als Prisoners-Dilemma	Cable/Shane (1997)
	Free-Rider Verhalten von Innovator und Investor bei Beteiligung eines Business Angels	Elitzur/Gavious (2003)
<i>2) Problemfeld unvollständiger Verträge</i>	Hold-Up Problem wegen nicht bestehender/möglicher vertraglicher Fixierung der Leistung des Innovators und spezifischen Investitionen des Investors	Erlei/Jost (2001), Grossman/Hart (1986), Hart/Moore (1994), Neher (1999)
	Hold-Up Problem aufgrund Nachverhandlungsmacht von Insider-Investoren	Bigus (2003)
	Hold-Up Problem wegen nicht durchsetzbarer Eigentumsrechte des Innovators an seiner Innovation	Anton/Yao (1995)
	Ineffizienter Leistungseinsatz der Akteure einer CVC-Kooperation aufgrund nicht verifizierbarer Tatbestände	Fink (2003)
	Interessenkonflikte zwischen Innovator und Investor bei Desinvestitionen	Bascha/Walz (2001)

Abbildung IV.3-1: Ausgewählte Anreizprobleme zwischen Innovatoren und Investoren

Das Anreizproblem für ein beidseitig hohes Einsatzniveau in *CVC-Kooperationen* wurde bislang kaum untersucht.¹² In der Praxis lässt sich beobachten, dass Corporate Investoren, zu meist aufgrund ihrer vergleichweisen Unerfahrenheit gegenüber etablierten VC-Gesellschaften, häufig nur Minority-Investments tätigen.¹³ Zugleich sichern nur 25% der Corporate Investoren Unterstützungsleistungen vertraglich zu.¹⁴ Dies gibt Anlass zu der Vermutung, dass für Corporate-Investoren aufgrund der zu geringen finanziellen Beteiligung bei Minority-Investments die Anreize fehlen, ihren spezifischen Beitrag mit hohem Einsatzniveau für das Venture zu leisten. Die Ergebnisse einer empirischen Untersuchung von *Maula/Autio/Murray* (2003) illustrieren die Wichtigkeit der Beteiligungsquote der Akteure: die soziale Interaktion zwischen Innovator und Corporate Investor und somit der Wissenstransfer innerhalb des Ventures ist stark positiv mit der Beteiligungsquote des Corporate Investors am Venture korreliert. Eine zu geringe Beteiligungsquote des Corporate Investors kann somit möglicherweise dazu führen, dass er nicht ausreichend an den Früchten hohen Einsatzes beteiligt ist und es daher aus seiner Sicht rational ist, ein niedriges Einsatzniveau zu zeigen. Umgekehrt kann eine zu hohe Beteiligungsquote des Corporate Investors aber den Leistungsanreiz des Innovators zunichte machen.¹⁵

In diesem Beitrag wird deshalb untersucht, inwieweit durch die geeignete Gestaltung einer Beteiligungsfinanzierung Anreizprobleme der an einer *CVC-Kooperation* beteiligten Akteure bezüglich der Wahl ihres jeweils effizienten Einsatzniveaus zu lösen sind. Insbesondere wird analysiert, ob durch die geeignete Wahl der Beteiligungsquote des Corporate Investors bereits vor Vertragsabschluss Anreize für die Erbringung des spezifischen Beitrags *beider* Akteure während der CVC-Kooperation geschaffen werden können.

¹² Eine Ausnahme bildet Fink (2003), die die Gestaltung anreizkompatibler Wandelanleihen untersucht hat.

¹³ Siehe Rümmele (2000), S. 77.

¹⁴ Eine empirische Untersuchung von Witt/Brachtendorf (2002), zeigt, dass nur 25% der Corporate Investoren in Deutschland Unterstützungsleistungen vertraglich zusichern.

¹⁵ Siehe Bigus (2003).

3. Modell zur Ermittlung anreizkompatibler Beteiligungsquoten

Im Folgenden wird ein Modell zur Ermittlung anreizkompatibler Beteiligungsquoten entwickelt. Dabei wird in einer Referenzlösung zunächst von symmetrisch verteilter Information zwischen den beiden Akteuren ausgegangen. Danach werden die Auswirkungen asymmetrisch verteilter Information auf die ursprünglichen Ergebnisse analysiert.

3.1. Annahmen

Dem Modell liegen folgende Annahmen A1 bis A7 zugrunde:

A1 (CVC-Kooperation): Betrachtet werden die beiden Akteure Innovator V und Corporate Investor I. Der Innovator V gründet eine Unternehmung, bezeichnet als Venture, in welche er eine Innovation einbringt. Zur Finanzierung des Ventures benötigt er den Corporate Investor I. Vor Vertragsabschluss müssen sich die beiden Akteure auf die Beteiligungsquote b ($0 < b < 1$) des Corporate Investors I am Venture einigen, welche dieser für die Bereitstellung der Investitionssumme Z (mit $Z > 0$) erhält. Das Venture wird im Modell nur durch den Corporate Investor I finanziert. Andere Akteure - wie z. B. weitere Corporate Investoren, unabhängige VC-Investoren oder Business-Angels - sollen zur Vereinfachung nicht beteiligt sein. Die vom Innovator selbst eingebrachten - i. d. R. geringen - finanziellen Mittel sollen vernachlässigt werden.

A2 (Einperiodizität): Betrachtet wird nur die erste Periode der CVC-Kooperation.¹⁶

A3 (Unternehmenswert und strategischer Nutzen): Mit einer Wahrscheinlichkeit p (mit $0 < p < 1$) ist das Venture ein Erfolg. Das Venture hat dann einen Unternehmenswert $U=X$ und der Corporate Investor I hat einen strategischen Nutzen $W=T$ aufgrund des Zugangs zu neuen Technologien („Window on Technology“).¹⁷ Mit Wahrscheinlichkeit $(1-p)$ ist das Venture ein Misserfolg, die Investitionssumme Z ist aufgebraucht und es gilt zur Vereinfachung ein Unternehmenswert von $U=0$ sowie ein strategischer Nutzen von $W=0$.¹⁸

A4 (Risikoneutralität): Vereinfachend wird Risikoneutralität für beide Akteure angenommen.

A5 (Strategiewahl, Erfolgswahrscheinlichkeiten und Disnutzen):

A5.1 (Strategiewahl): Der Innovator V und der Corporate Investor I können jeweils wählen, ob sie ein hohes oder ein niedriges Einsatzniveau erbringen (Strategiewahl). Dies wird ausgedrückt durch die Strategieparameter s_{vm} bzw. s_{in} (mit $m, n \in \{0, 1\}$). Dabei steht der Wert 1 für ein hohes Einsatzniveau, der Wert 0 für ein niedriges Einsatzniveau des jeweiligen Ak-

¹⁶ Aufgrund der Einperiodigkeit des vorliegenden Modells wird ein Marktzinssatz für risikolose Anlagen in Höhe von 0% unterstellt.

¹⁷ Zu Bewertungsmethoden von Ventures, vgl. Achleitner/Nathusius (2004).

¹⁸ Ein Erfolg des Ventures liegt vor, wenn z. B. ein funktionsfähiger Prototyp der Innovation entwickelt wurde.

teurs. Aus den möglichen Strategiekombinationen $s = (s_{Vm}, s_{In})$ ergibt sich der Strategieraum S (mit $S = \{(s_{V1}, s_{I1}); (s_{V0}, s_{I0}); (s_{V0}, s_{I1}); (s_{V1}, s_{I0})\}$).

A5.2 (Erfolgswahrscheinlichkeit p in Abhängigkeit der Strategiewahl): Die Erfolgswahrscheinlichkeit p hängt von der Strategiewahl der beiden Akteure ab und es gilt $p = p(s_{Vm}, s_{In})$. Wählen beide Akteure niedrige Einsatzniveaus als Strategie besteht eine Erfolgswahrscheinlichkeit von $p(s_{V0}, s_{I0}) = p_G$. Leistet genau einer der beiden Akteure ein hohes Einsatzniveau - bei zugleich niedrigem Einsatzniveau des anderen Akteurs - erhöht sich die Erfolgswahrscheinlichkeit p um p_H , d.h. es gilt $p(s_{V1}, s_{I0}) = p(s_{V0}, s_{I1}) = p_G + p_H$.¹⁹ Wenn schließlich beide Akteure hohe Einsatzniveaus erbringen, ergibt sich eine zusätzliche Steigerung der Erfolgswahrscheinlichkeit p um den Wert p_Z und es gilt $p(s_{V1}, s_{I1}) = p_G + 2 \cdot p_H + p_Z$ (mit $0 < p_G, p_H, p_Z, p < 1$).²⁰ Der Wert von p_Z ist dabei umso höher, je höher die Komplementarität zwischen dem Corporate Investor I und dem Innovator V ist.

Anmerkung: Die Hypothese hinter dieser Annahme ist, dass beidseitiges hohes Einsatzniveau die soziale Interaktion zwischen den beiden Akteuren fördert. Maula/Autio/Murray (2003) haben herausgefunden, dass höhere soziale Interaktion zu größerem Wissenstransfer zwischen den Akteuren führt. Das Ausmaß der Steigerung des Wissenstrfers hängt laut den Ergebnissen ihrer Untersuchung wiederum positiv mit der Höhe der Komplementarität zwischen den beiden Akteuren zusammen. Nach Annahme 5.2 führt der erhöhte Wissenstransfer bei beidseitigem hohem Einsatzniveau unter Berücksichtigung der Höhe der Komplementarität schließlich zur Steigerung der Erfolgswahrscheinlichkeit p um p_Z .

¹⁹ D.h. jeder Akteur kann die Erfolgswahrscheinlichkeit bei alleinigem hohem Einsatzniveau um denselben Wert p_H steigern.

²⁰ In dieser Annahme wird ein additiver Zusammenhang zwischen den Einsatzniveaus der Akteure und der Erfolgswahrscheinlichkeit p des Ventures unterstellt und es wird nur ein Zufallsvorgang („Erfolg oder Scheitern des Ventures“) betrachtet. Grundsätzlich wäre es auch möglich, den Einfluss der Einsatzniveaus auf p über mehrere Zufallsvorgänge abzubilden. Die Erfolgswahrscheinlichkeit p des Ventures würde dann vom Erfolg bzw. Misserfolg mehrerer „Zwischenschritte“ (z. B. Realisierung eines Prototyps und Akquisition eines Kunden), abgebildet in Zufallsereignisse, abhängen, die in einer bestimmten zeitlichen Beziehung zueinander stehen. Die Erfolgswahrscheinlichkeit eines bestimmten „Zwischenschrittes“ würde wiederum vom Erfolg bzw. Misserfolg gewisser anderer „Zwischenschritte“ abhängen. Die Erfolgswahrscheinlichkeiten dieser Zwischenschritte und die Erfolgswahrscheinlichkeit p des Ventures wären dann als bedingte Wahrscheinlichkeiten zu interpretieren. Zur weiteren Analyse wäre eine Vielzahl von (weiteren) Fallunterscheidungen zu treffen, weshalb auf eine solche Vorgehensweise im Modell verzichtet und der Fokus auf die anreizkompatiblen Festlegung der Beteiligungsquote gerichtet wird.

A5.3 (Disnutzen durch hohes Einsatzniveau): Ein hohes Einsatzniveau bedeutet Disnutzen c für den jeweiligen Akteur: Es sei $c(s_{V1}) = c_V$ (mit $c_V > 0$) bzw. $c(s_{I1}) = c_I$ (mit $c_I > 0$). Der Disnutzen bei niedrigem Einsatzniveau werde jeweils mit $c(s_{V0}) = c(s_{I0}) = 0$ festgesetzt.

A5.4 (Nicht-Kontraktierbarkeit des Einsatzniveaus): Das Einsatzniveau der beiden Akteure ist nicht vertraglich kontraktierbar.²¹

A6 (Erwartungsnutzenfunktionen): Die Größen U , W , b , Z , c_V und c_I werden in Erwartungsnutzenfunktionen $\pi_V(s_{Vm}, s_{In})$ für den Innovator V sowie $\pi_I(s_{Vm}, s_{In})$ für den Corporate Investor I überführt. Für den erwarteten Gesamtnutzen der Kooperation und die individuell erwarteten Nutzen der Akteure gilt: $\pi(s_{Vm}, s_{In}) = \pi_V(s_{Vm}, s_{In}) + \pi_I(s_{Vm}, s_{In})$. Eine Geldeinheit entspricht dabei einer Nutzeneinheit.

A7 (Verhandlungsmacht): Der Corporate Investor I und der Innovator V besitzen jeweils gleich starke Verhandlungsmacht. Insbesondere wird zur Vereinfachung angenommen, dass beide Akteure keine anderen möglichen Vertragspartner zur Auswahl haben.

Anmerkung: Dies ist z. B. der Fall, wenn nur zwischen den beiden betrachteten Akteuren ein ausreichender technologischer Fit besteht, um eine Kooperation sinnvoll erscheinen zu lassen. Daneben können auch Hemmnisse wie mangelndes Vertrauen oder zu große räumliche Entfernung die Zahl der möglichen Vertragspartner deutlich einschränken.

3.2. Modellanalyse der Anreizbedingungen kooperativen Verhaltens

Auf Basis der Annahmen A1 bis A7 wird im Folgenden die Modellanalyse durchgeführt. Untersucht wird die Kernfrage: *Können durch das Setzen der Beteiligungsquote b Anreizbedingungen für die Realisierung einer - aus der Gesamtsicht der Kooperation - nutzenoptimalen Strategiekombination durch die beiden Akteure geschaffen werden?*

3.2.1. Ermittlung des Gesamtnutzenoptimums

Damit die beiden Akteure eine aus Gesamtsicht der CVC-Kooperation nutzenoptimale Strategiekombination anstreben können, muss zunächst bekannt sein, welche Strategiekombination den erwarteten Gesamtnutzen maximiert. Auf Basis der Annahmen lässt sich folgender erwarteter Gesamtnutzen der Kooperation ableiten:

²¹ Diese Annahme liegt insbesondere in der Tatsache begründet, dass im Regelfall Informationsasymmetrien gegenüber Dritten (z. B. Gerichten) bestehen, welche eine Verifizierung der Höhe des geleisteten Einsatzniveaus erschweren bzw. unmöglich machen. Dadurch ist eine, bei symmetrischer Informationsverteilung zwischen den Akteuren theoretisch mögliche, vertragliche Festbeschreibung eines jeweils hohen Einsatzniveaus unter Anreizgesichtspunkten unwirksam (vgl. Abbildung IV.3-1: Problemfeld unvollständiger Verträge).

$$\pi(s_{Vm}, s_{In}) = p(s_{Vm}, s_{In}) \cdot (X + T) - c(s_{Vm}) - c(s_{In}) - Z \quad (1)$$

Für den Innovator bestimmt sich der erwartete individuelle Nutzen gemäß (2), für den Corporate Investor gemäß (3):

$$\pi_V(s_{Vm}, s_{In}) = p(s_{Vm}, s_{In}) \cdot (1 - b) \cdot X - c(s_{Vm}) \quad (2)$$

$$\pi_I(s_{Vm}, s_{In}) = p(s_{Vm}, s_{In}) \cdot (b \cdot X + T) - c(s_{In}) - Z \quad (3)$$

Für die Erwartungsnutzenfunktionen π , π_V und π_I können die Elemente von S als vier mögliche Fälle unterschieden werden (Abbildung IV.3-2).

	s_{I1}	s_{I0}
s_{V1}	<p>Fall 1: $s = (s_{V1}, s_{I1})$</p> <p>$\pi = (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V - c_I - Z$</p> <p>$\pi_V = (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (1 - b) \cdot X - c_V$</p> <p>$\pi_I = (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (b \cdot X + T) - c_I - Z$</p>	<p>Fall 2: $s = (s_{V1}, s_{I0})$</p> <p>$\pi = (p_G + p_H) \cdot (X + T) - c_V - Z$</p> <p>$\pi_V = (p_G + p_H) \cdot (1 - b) \cdot X - c_V$</p> <p>$\pi_I = (p_G + p_H) \cdot (b \cdot X + T) - Z$</p>
s_{V0}	<p>Fall 3: $s = (s_{V0}, s_{I1})$</p> <p>$\pi = (p_G + p_H) \cdot (X + T) - c_I - Z$</p> <p>$\pi_V = (p_G + p_H) \cdot (1 - b) \cdot X$</p> <p>$\pi_I = (p_G + p_H) \cdot (b \cdot X + T) - c_I - Z$</p>	<p>Fall 4: $s = (s_{V0}, s_{I0})$</p> <p>$\pi = p_G \cdot (X + T) - Z$</p> <p>$\pi_V = p_G \cdot (1 - b) \cdot X$</p> <p>$\pi_I = p_G \cdot (b \cdot X + T) - Z$</p>

Abbildung IV.3-2: Erwarteter Gesamtnutzen und erwartete individuelle Nutzen in Abhängigkeit von der Strategiewahl

Das Gesamtnutzenoptimum $\pi_{\max} = \max_s \pi(s_{Vm}, s_{In})$ kann grundsätzlich in jedem der Fälle 1 bis 4 vorliegen. Stellt der Fall 2 bzw. der Fall 3 das Gesamtnutzenoptimum dar, ist es aus Sicht der CVC-Kooperation optimal, dass der Corporate Investor I bzw. der Innovator V nur ein niedriges Einsatzniveau erbringt. Der Disnutzen aus hohem Einsatz des jeweiligen Akteurs übersteigt den dadurch zusätzlich generierten erwarteten Gesamtnutzen und damit auch den für ihn zusätzlich zu erwartenden individuellen Nutzen. Ist Fall 4 das Gesamtnutzenoptimum, so ist aus Sicht der CVC-Kooperation beidseitig niedriges Einsatzniveau optimal. Stellt einer der Fälle 2 bis 4 das Gesamtnutzenoptimum dar, ist hohes Einsatzniveau mindestens eines Akteurs suboptimal und es wird folglich nicht die maximale Erfolgswahrscheinlichkeit $p(s_{V1}, s_{I1}) = p_G + 2 \cdot p_H + p_Z$ des Ventures erreicht. Die weitere Analyse betrachtet das Gesamtnutzenoptimum im Fall 1, in dem beidseitig hohes Einsatzniveau der Ak-

teure optimal ist und somit $\pi_{max} = \pi(s_{V1}, s_{I1})$ gilt.²² Der Fall 1 ist genau dann das Gesamtnutzenoptimum, wenn (4), (5) und (6) zugleich erfüllt sind:

$$\pi(s_{V1}, s_{I1}) - \pi(s_{V1}, s_{I0}) > 0 \Leftrightarrow (p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_I > 0 \quad (4)$$

(d.h. Fall 1 dominiert Fall 2)

$$\pi(s_{V1}, s_{I1}) - \pi(s_{V0}, s_{I1}) > 0 \Leftrightarrow (p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V > 0 \quad (5)$$

(d.h. Fall 1 dominiert Fall 3)

$$\pi(s_{V1}, s_{I1}) - \pi(s_{V0}, s_{I0}) > 0 \Leftrightarrow (2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V - c_I > 0 \quad (6)$$

(d.h. Fall 1 dominiert Fall 4)

Damit die CVC-Kooperation zustande kommt, muss sie zudem einen positiven erwarteten Gesamtnutzen haben. Damit dies im Fall 1 zutrifft, muss (7) erfüllt sein:

$$\pi(s_{V1}, s_{I1}) = (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - Z - c_V - c_I > 0 \quad (7)$$

3.2.2. Setzen der Beteiligungsquote b

Durch das Setzen einer Beteiligungsquote b wird die Aufteilung des Unternehmenswerts U bestimmt und damit auch die Höhe der erwarteten individuellen Nutzen π_V bzw. π_I . Es stellt sich die Frage: *Wie muss die Beteiligungsquote b gesetzt werden, damit beidseitig hohe Einsatzniveaus und dadurch bedingtes Erreichen des maximalen Gesamtnutzens $\pi_{max} = \pi(s_{V1}, s_{I1})$ zugleich für beide Akteure individuell den höchsten erwarteten Nutzen erbringen?*

Zur Beantwortung dieser Frage wird zur Vereinfachung zunächst folgende Annahme getroffen:

²² Ein Gesamtnutzenoptimum in einem der Fälle 2 bis 4 ist aus analytischer Sicht einfach zu realisieren. Stellt der Fall 2 bzw. der Fall 3 das Gesamtnutzenoptimum dar, muss zur Realisierung der jeweils aus Gesamtnutzensicht optimalen Strategiekombination die Beteiligungsquote b nur so gewählt werden, dass der Corporate Investor I im Fall 2 bzw. der Innovator V im Fall 3 einen Anreiz für hohes Einsatzniveau hat. Der jeweils andere Akteur wählt unabhängig von der Höhe von b immer niedriges Einsatzniveau (siehe Anhang am Ende des Kapitels, Beweis I). Gegebenenfalls müssen noch die jeweiligen Partizipationsbedingungen, d.h. positiver Nutzen für beide Akteure, berücksichtigt werden. Ist Fall 4 das Gesamtnutzenoptimum, wählen beide Akteure unabhängig von der Wahl von b immer niedriges Einsatzniveau und zur Realisierung des Gesamtnutzenoptimums müssen lediglich die Partizipationsbedingungen beachtet werden (siehe Anhang am Ende des Kapitels, Beweis II).

A8 (Informationssymmetrie): Beide Akteure besitzen die gleiche Einschätzung über die Modellparameter $p(s_{Vm}, s_{In})$, X , T , c_V und c_I .

Aufgrund der Annahme 5.4 (Nicht-Kontraktierbarkeit des Einsatzniveaus) ist es bei symmetrischer Informationsverteilung zwischen Corporate Investor und Innovator erforderlich, durch die geeignete Festlegung der Beteiligungsquote Anreize für die Erbringung hoher Einsatzniveaus durch beide Akteure zu schaffen. Rationale Entscheider werden nur dann ein hohes Einsatzniveau leisten, wenn dies für sie vorteilhaft ist. Bei einer anreizkompatiblen Festlegung der Beteiligungsquote ist zu beachten, dass das Gesamtnutzenoptimum $\pi(s_{V1}, s_{I1})$ nur dann erreicht wird, wenn Fall 1 gleichzeitig auch das individuelle Nutzenoptimum für den Innovator V und den Corporate Investor I darstellt (Anreizbedingung für hohes Einsatzniveau). Des Weiteren wird eine Beteiligungsquote b von den beiden Akteuren nur dann akzeptiert, wenn sie für beide einen positiven erwarteten Nutzen im Fall 1 bedeutet (Partizipationsbedingung). Die folgende Abbildung IV.3-3 zeigt die zu erfüllenden Anreiz- und Partizipationsbedingungen:²³

Akteur	Anreizbedingung	Partizipationsbedingung
Corporate Investor I	$\pi_I(s_{V1}, s_{I1}) > \pi_I(s_{V1}, s_{I0})$ $\Leftrightarrow b > \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right) = \underline{b} \quad (8)$	$\pi_I(s_{V1}, s_{I1}) > 0$ $\Leftrightarrow b > \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) = \underline{b}^+ \quad (10)$
Innovator V	$\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) > \pi_V(s_{V0}, s_{I1})$ $\Leftrightarrow b < 1 - \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} = \bar{b} \quad (9)$	$\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) > 0$ $\Leftrightarrow b < 1 - \frac{c_V}{(p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X} = \bar{b}^+ \quad (11)$

Abbildung IV.3-3: Anreiz- und Partizipationsbedingungen für die Erreichung des Gesamtnutzenoptimums Fall 1

Unter Berücksichtigung von (8) bis (11) lässt sich nun ein Einigungsintervall für die Beteiligungsquote b bestimmen. Die Untergrenze des offenen Einigungsintervalls für b wird durch (8) und (10) definiert und ergibt sich aus $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\}$. Die Obergrenze wird durch (9) und (11) definiert, wobei (9) die bindende Bedingung darstellt. Erfüllt ein b (9) und ist somit der Fall 1 das individuelle Nutzenoptimum des Innovators V, so ist bei Wahl genau dieses b auch (11) erfüllt und der Innovator V erzielt im Fall 1 einen positiven erwarteten Nutzen.

²³ Ein klassisches Prisoner's Dilemma liegt hierbei nicht vor, da keiner der beiden Akteure durch nicht-kooperatives Verhalten ein höheres individuelles Nutzenniveau erreichen kann.

Demzufolge ist \bar{b} die Obergrenze und man erhält folgendes Einigungsintervall für b :

$$b \in] \max\{\underline{b}; \underline{b}^+\}; \bar{b} [= \\ =] \max\left\{ \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right); \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \right\}; 1 - \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} [\quad (12)^{24}$$

Wird ein b aus dem Einigungsintervall (12) gewählt, stellt die Strategiekombination $s = (s_{V1}, s_{I1})$ das Nash-Gleichgewicht dar und es wird gleichzeitig das Gesamtnutzenoptimum $\pi_{\max} = \pi(s_{V1}, s_{I1})$ der CVC-Kooperation erreicht.

Die Festlegung auf eine für beide Akteure nutzenoptimale und vorteilhafte Beteiligungsquote b kann jedoch nur dann erfolgen, wenn ein Einigungsintervall für b gemäß (12) existiert. Dies ist genau dann der Fall, wenn $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} < \bar{b}$ gilt.²⁵

Des Weiteren ist festzustellen, dass bei Existenz eines Einigungsintervalls (12) auch immer ein b aus diesem gewählt wird: Die Wahl eines b außerhalb des Einigungsintervalls (12) ergibt immer einen niedrigeren erwarteten Gesamtnutzen als die Wahl eines b aus dem Einigungsintervall.²⁶ Eine solche Wahl bedeutet daher entweder einen Nutzenrückgang für beide Akteure oder den Nutzengewinn eines Akteurs bei gleichzeitig noch höherem Nutzenverlust des anderen Akteurs. Durch die Wahl eines nicht im Einigungsintervall (12) enthaltenen b ist es nicht möglich, eine individuelle Nutzenverbesserung für *beide* Akteure (win-win Situation) zu erreichen und es kann somit nur noch eine loose-win bzw. eine loose-loose Situation resultieren. Bei einer fairen Kooperation zwischen Innovator V und Corporate Investor I ist die Wahl eines b außerhalb des Einigungsintervalls demzufolge nicht rational.²⁷

²⁴ Bei Wahl einer Beteiligungsquote \underline{b} bzw. \bar{b} ist einer der beiden Akteure indifferent in seiner Wahl zwischen niedrigem und hohem Einsatzniveau. Es besteht dann kein eindeutiger Anreiz zur Wahl eines hohen Einsatzniveaus. Bei Wahl von \underline{b}^+ erzielt der Corporate Investor I einen Nutzen von 0, wodurch die Partizipationsbedingung nicht erfüllt ist. Deshalb wird ein offenes Intervall gewählt.

²⁵ Zur mathematischen Darstellung der Existenzbedingungen siehe Anhang, Beweis IV.

²⁶ So stellt bei Wahl eines $b \geq \bar{b}$ der Fall 1 nicht mehr das individuelle Nutzenoptimum des Innovators V dar. Dadurch verliert V den Anreiz für hohes Einsatzniveau und das Gesamtnutzenoptimum $\pi(s_{V1}, s_{I1})$ wird somit nicht mehr realisiert. Die Wahl eines $b \leq \underline{b}$ bzw. $b \leq \underline{b}^+$ führt dazu, dass der Corporate Investor I seinerseits seinen Anreiz zur Erbringung von hohem Einsatz verliert bzw. seine Partizipationsbedingung verletzt ist und somit das Gesamtnutzenoptimum $\pi(s_{V1}, s_{I1})$ nicht mehr realisiert wird.

²⁷ Unter einer fairen Kooperation ist in diesem Artikel eine Kooperation zu verstehen, in der eine im Sinne der Spieltheorie faire Nutzenaufteilung zwischen den beteiligten Akteuren angestrebt wird. Im Abschnitt 3.2.3 wird zur fairen Nutzenaufteilung die Nash-Verhandlungslösung verwendet.

Beispiel: Der Innovator V gründet ein Venture, um ein neues Produkt zu entwickeln. Der Corporate Investor I finanziert als Lead Investor das Venture. Folgende Parameterwerte liegen zugrunde: $Z = 400.000$, $X = 2.000.000$, $T = 300.000$, $c_I = 150.000$, $c_V = 60.000$, $p_G = 0,1$, $p_H = 0,1$, $p_Z = 0,12$.

Im gewählten Beispiel stellt der Fall 1 das eindeutige Gesamtnutzenoptimum dar. Für die Beteiligungsquote b ergibt sich folgendes Einigungsintervall gemäß (12):

$$b \in [\underline{b}^+; \bar{b}] = [0,505; 0,864]$$

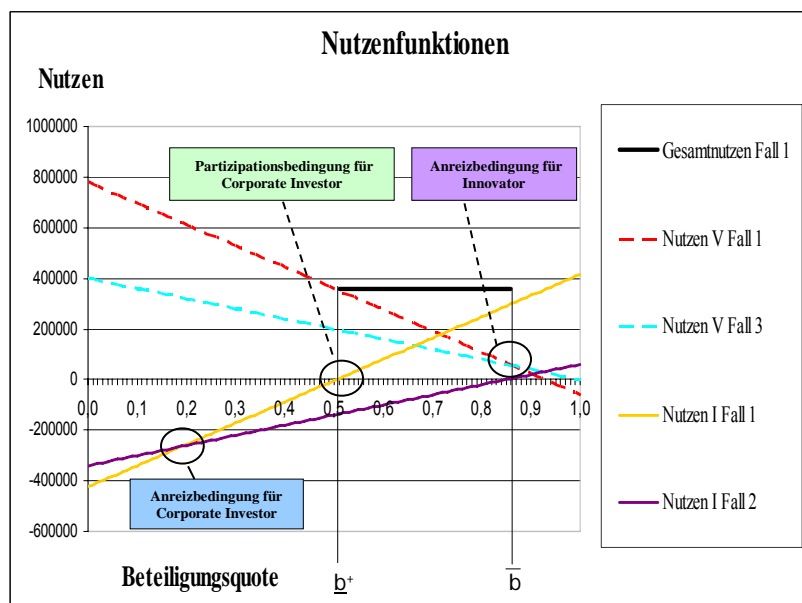


Abbildung IV.3-4: Einigungsintervall für Beteiligungsquote b

Der Corporate Investor muss eine Beteiligungsquote $b > 0,505$ erhalten, um einen positiven erwarteten Nutzen im Fall 1 zu erzielen. Bei einer Beteiligungsquote b unterhalb von 0,505 ist der Corporate Investor I nicht bereit zu investieren und die CVC-Kooperation kommt nicht zustande. Bei einem b oberhalb von 0,864 ist es für den Innovator V besser, keinen hohen Einsatz zu zeigen. Der Corporate Investor I würde durch eine nur minimal über dem Einigungsintervall liegende Beteiligungsquote das hohe Einsatzniveau des Innovators I verlieren und einen massiven Nutzenverlust erleiden.

3.2.3. Verhandlungsergebnis für Beteiligungsquote b

Ist Fall 1 das Gesamtnutzenoptimum und existiert ein Einigungsintervall gemäß (12), stellt sich die Frage: *Auf welche Beteiligungsquote b innerhalb des Einigungsintervalls (12) werden sich die beiden Akteure im Verhandlungsprozess einigen?*

Eine Möglichkeit, eine faire Nutzenaufteilung entsprechend der Verhandlungsmacht der Akteure (vgl. hierzu Annahme A7) herbeizuführen, besteht darin, durch die Festlegung der Beteiligungsquote b das Nash-Produkt $[\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) - 0] \times [\pi_I(s_{V1}, s_{I1}) - 0]$ zu maximieren.²⁸ Bei der Maximierung muss stets die Anreizbedingung (9) als Nebenbedingung beachtet werden. Gilt $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$, muss zudem die Anreizbedingung (8) als Nebenbedingung berücksichtigt werden, für $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}^+$ hingegen die Partizipationsbedingung (10). Die zu maximierende Lagrange-Funktion lautet:²⁹

$$L(b, \lambda_1, \lambda_2) = [\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) \times \pi_I(s_{V1}, s_{I1})] - \lambda_1 \cdot \left[b - 1 + \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \right] - \lambda_2 \cdot \left[\max \left\{ \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right); \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \right\} - b \right] \quad (13)$$

Die Maximierung von (13) mit Hilfe des Kuhn-Tucker Theorems führt zu folgenden Ergebnissen (siehe Anhang, Beweis III):

²⁸ Im Modell werden nur zwei Akteure betrachtet. Bei Nichteinigung der beiden Akteure wird keine CVC-Kooperation begründet. Vereinfachend wird davon ausgegangen, dass beide Akteure dann jeweils einen Nutzen von null realisieren (vgl. Annahme A7), woraus der Konfliktpunkt $\pi_D = (\pi_{DV}, \pi_{DI}) = (0, 0)$ resultiert.

Das ursprüngliche Nash-Produkt $[\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) - \pi_{DV}] \times [\pi_I(s_{V1}, s_{I1}) - \pi_{DI}]$ vereinfacht sich somit zu $[\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) - 0] \times [\pi_I(s_{V1}, s_{I1}) - 0]$. Die Nash-Verhandlungslösung ist eine faire Verhandlungslösung, die rationale Spieler akzeptieren werden. Sie erfüllt die folgenden vier Axiome: Unabhängigkeit von äquivalenter Nutzentransformation, Symmetrie, Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen und Pareto-Optimalität.

²⁹ Damit die Kuhn-Tucker-Bedingungen notwendig sind, muss das Einigungsintervall aus mehr als einem Punkt bestehen. Daher muss $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} < \bar{b}$ erfüllt sein.

Beschränkung durch Nebenbedingungen	Lösung für b
$\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0$ Keine Nebenbedingung wirkt bindend.	$b^* = \frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot X} \cdot \left(\frac{Z + c_I - c_V}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \quad (14)$ b^* stellt die unbeschränkte Lösung dar.
$\lambda_1 > 0, \lambda_2 = 0$ Bedingung (9) wirkt bindend, d.h. b^* liegt oberhalb des Einigungsintervalls (12).	$b < \bar{b} = 1 - \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \quad (15)$ Es wird das <i>größtmögliche</i> noch im Einigungsintervall liegende b gewählt (b marginal kleiner als \bar{b}).
$\lambda_1 = 0, \lambda_2 > 0$ und $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$ Bedingung (8) wirkt bindend, d.h. b^* liegt unterhalb des Einigungsintervalls (12). <i>Anmerkung: Gilt dagegen $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}^+$, liegt b^* niemals unterhalb des Einigungsintervalls (12).</i>	$b > \underline{b} = \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right) \quad (16)$ Es wird das <i>kleinstmögliche</i> noch im Einigungsintervall liegende b gewählt (b marginal größer als \underline{b}).

Abbildung IV.3-5: Verhandlungsergebnis für Beteiligungsquote b

Zur Illustration der Lösungen für die Beteiligungsquote b gemäß (14), (15) und (16) dient die folgende Abbildung IV.3-6:

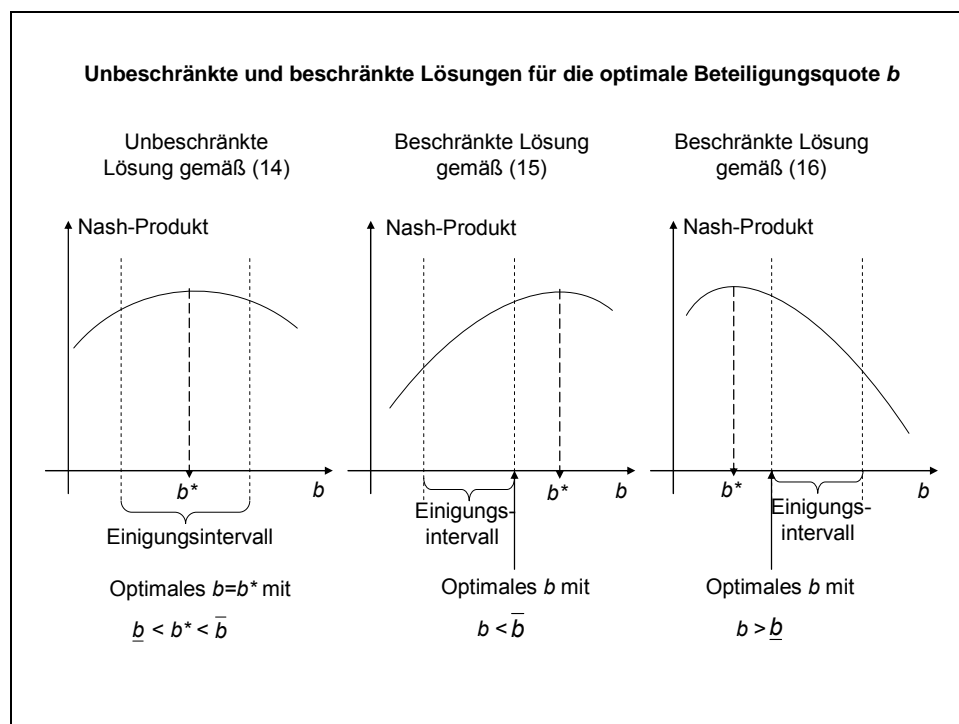


Abbildung IV.3-6: Unbeschränkte und beschränkte Lösungen für die optimale Beteiligungsquote b

Kann die unbeschränkte Lösung b^* realisiert werden, erhalten beide Akteure einen individuellen erwarteten Nutzen in Höhe von (17), da die Nash-Verhandlungslösung bei gleicher Verhandlungsmacht eine hälftige Aufteilung des erwarteten Gesamtnutzens aus der Kooperation auf die Akteure vorsieht.

$$\pi_V(s_{V1}, s_{I1}, b^*) = \pi_I(s_{V1}, s_{I1}, b^*) = \frac{1}{2} \cdot [(p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_I - c_V - Z] \quad (17)$$

Liegt b^* nicht im Einigungsintervall (12), können die beiden Akteure keine symmetrische Nutzenaufteilung bei gleichzeitiger Erreichung des Gesamtnutzenoptimums Fall 1 realisieren. Es kann somit über keine im Einigungsintervall enthaltene Beteiligungsquote b das Maximum des Nash-Produkts erreicht werden.³⁰

Beispiel (Fortsetzung):

Im Beispiel ergibt sich gemäß (14) ein b^* in Höhe von 0,717. Da b^* innerhalb des Einigungsintervalls $b \in [\underline{b}^+; \bar{b}] =]0,505; 0,864[$ gemäß (12) liegt, kann die unbeschränkte Lösung gemäß (14) realisiert werden (vgl. Abbildung IV.3-6).

Zusammenfassung der Ergebnisse bei Informationssymmetrie:

Aus der Analyse des Modells bei symmetrischer Information können zusammenfassend die folgenden zentralen Ergebnisse festgehalten werden:

- Die Wahl einer Beteiligungsquote aus einem Einigungsintervall gemäß (12) schafft für beide Akteure Anreize zur Erbringung eines hohen Einsatzniveaus und damit zur Erreichung des Gesamtnutzenoptimums der CVC-Kooperation.
- Mit Hilfe der Nash-Verhandlungslösung kann im Rahmen eines kooperativen Verhandlungsprozesses die aus dem Einigungsintervall zu wählende Beteiligungsquote bestimmt werden.
- Existiert ein Einigungsintervall (12), wird eine Beteiligungsquote b aus diesem Einigungsintervall (12) gewählt. Die Wahl eines b außerhalb des Einigungsintervalls (12) ist aus der jeweiligen Sicht beider Akteure nicht rational.

³⁰ Über die dann erfolgende Wahl einer Beteiligungsquote gemäß (15) bzw. (16) wird aber weiterhin die Erreichung des Gesamtnutzenoptimums Fall 1 sichergestellt.

3.3. **Modellerweiterung: Informationsasymmetrie**

In der bisherigen Modellanalyse wurde von symmetrisch verteilter Information zwischen den beiden Akteuren ausgegangen (vgl. Annahme A8). Dies stellt eine Referenzlösung dar. In der Praxis liegt häufig asymmetrisch verteilte Information zumindest über bestimmte Parameter des Modells vor. Insbesondere der Disnutzen aus hohem Einsatz eines Akteurs ist für den jeweils anderen Akteur nur schwer zu beurteilen. Dementsprechend werden in diesem Abschnitt die Auswirkungen asymmetrischer Information bezüglich der Disnutzen c_V und c_I auf die bisherigen Ergebnisse analysiert.³¹

Im Folgenden wird zunächst die einseitige Informationsasymmetrie bezüglich des Disnutzen c_I zugunsten des Corporate Investors I diskutiert; im Weiteren die beidseitige Informationsasymmetrie bezüglich c_V und c_I .

3.3.1 **Einseitige Informationsasymmetrie bezüglich des Disnutzen c_I**

Die Annahme A8 wird zur Annahme A8() modifiziert: Der Innovator V kennt nicht den Disnutzen c_I des Corporate Investors I, der Corporate Investor I jedoch den Disnutzen c_V des Innovators V.³² Der Corporate Investor I hat die Wahl, im Verhandlungsprozess entweder seinen wahren Disnutzen c_{IW} anzugeben, oder einen falschen Disnutzen c_{IF} . Bei Zugrundelegung des wahren Disnutzen c_{IW} stelle weiterhin der Fall 1 das Gesamtnutzenoptimum dar und (7) sei erfüllt.*

Es stellt sich die Frage: *Kann der Corporate Investor einen Zusatznutzen aus seinem Informationsvorteil gewinnen?*

Betrachtet man das Einigungsintervall (12) sowie b^* nach (14), so hängen beide von der Höhe des Disnutzens c_I des Corporate Investors I ab. Insbesondere steigt b^* mit der Höhe von c_I . Kennt der Innovator V entsprechend A8(*) den Disnutzen des Corporate Investors I nicht, so hat der Corporate Investor I demzufolge grundsätzlich einen Anreiz, einen falschen Disnutzen c_{IF} mit $c_{IF} > c_{IW}$ anzugeben, um dadurch gemäß (14) ein höheres b^* im Verhandlungsprozess zu erzielen.

³¹ Informationsasymmetrien bezüglich der Erfolgswahrscheinlichkeit p und ihrer Bestandteile können in ähnlicher Weise analysiert werden, worauf an dieser Stelle jedoch verzichtet wird.

³² Dem Corporate Investor I mag es z. B. aufgrund seiner Erfahrungen mit anderen Ventures bzw. Innovatoren möglich sein, den Disnutzen des betrachteten Innovators V genau einzuschätzen.

Ein rationaler Innovator wird dieses Täuschungsverhalten des Corporate Investors jedoch antizipieren und den vom Corporate Investor angegebenen Disnutzen im Regelfall nicht vorbehaltlos akzeptieren. Für das Antizipationsverhalten des Innovators wird deshalb folgende Annahme getroffen:

A9 (Antizipationsverhalten des Innovators): Der Innovator antizipiert im Verhandlungsprozess das Täuschungsverhalten des Corporate Investors und akzeptiert nur einen Disnutzen in Höhe von $a_I \cdot c_I$ (mit dem Antizipationsfaktor a_I mit $0 < a_I < 1$ und $c_I \in \{c_{IW}, c_{IF}\}$). Die Höhe von a_I hängt von der Stärke des Misstrauens des Innovators ab.

Je stärker das Misstrauen des Innovators bzgl. einer Täuschung ist, desto kleiner ist sein Antizipationsfaktor a_I und damit der Disnutzen, den er dem Corporate Investor in Abhängigkeit von dessen Angabe glaubt.

Des Weiteren wird zur Vereinfachung zunächst folgende Annahme zugrunde gelegt:

A10 (Keine Antizipationsberücksichtigung durch den Corporate Investor): Der Corporate Investor berücksichtigt bei der Angabe seines Disnutzens nicht das Antizipationsverhalten des Innovators.

Im Folgenden sollen die Auswirkungen einer solchen Informationsasymmetrie für den Fall untersucht werden, dass b^* im Einigungsintervall (12) liegt.³³ Die Akteure einigen sich dann auf ein b^* gemäß (14). In diesem Fall hat der Corporate Investor I einen Anreiz, einen falschen Disnutzen c_{IF} mit $c_{IF} > c_{IW}$ im Verhandlungsprozess anzugeben. Aufgrund seiner vollständigen Information über die Höhe des Disnutzens c_V des Innovators V, wird der Corporate Investor I seinen Disnutzen c_{IF} im Verhandlungsprozess so hoch angeben, dass die Beteiligungsquote $b^*(c_{IF})$ nach (14) nur marginal unterhalb der Obergrenze \bar{b} des (offenen) Einigungsintervalls (12) liegt. Daraus ergibt sich folgendes Ergebnis für c_{IF} :³⁴

³³ Für den Fall $b^* \geq \bar{b}$ gilt Folgendes: Die beiden Akteure einigen sich auf die Beteiligungsquote gemäß (15). Der Corporate Investor I kann aufgrund A10 aus seiner Sicht durch die Angabe eines zu hohen Disnutzens c_{IF} keinen Vorteil erzielen, da dann wiederum ein b gemäß (15) gewählt werden würde. Er gibt deshalb seinen wahren Disnutzen c_{IW} an. Je nach Stärke der Antizipation durch den Innovator kann nun allerdings der Fall eintreten, dass $b^*(a_I \cdot c_{IW}) < \bar{b}$ ist und folglich $b^*(a_I \cdot c_{IW})$ anstatt der Beteiligungsquote (15) als Verhandlungslösung gewählt wird. Der Corporate Investor würde in diesem Fall aufgrund der niedrigeren Beteiligungsquote einen Nutzenverlust im Vergleich zur Lösung bei Informationssymmetrie erleiden.

³⁴ Es muss erfüllt sein: $b^*(c_{IF}) < \bar{b} \Leftrightarrow \frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot X} \cdot \left(\frac{Z + c_{IF} - c_V}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) < 1 - \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X}$.

Auflösen nach c_{IF} führt zum Ergebnis gemäß Formel (18).

$$c_{IF} < (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - \frac{c_V \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} - Z \quad (18)^{35}$$

Da der Innovator gemäß A9 jedoch nur einen Disnutzen in Höhe von $a_I \cdot c_{IF}$ akzeptieren und somit die Beteiligungsquote $b^*(a_I \cdot c_{IF})$ gewählt wird, können in Abhängigkeit von der Stärke des Antizipationsverhalten des Innovators drei Fälle auftreten:

Fall	Nutzen aus Täuschungsverhalten für den Corporate Investor
$a_I = \frac{c_{IW}}{c_{IF}} \Rightarrow b^*(a_I \cdot c_{IF}) = b^*(c_{IW}) \quad (19)$	$[b^*(a \cdot c_{IF}) - b^*(c_{IW})] \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X = 0 \quad (20)$
$a_I > \frac{c_{IW}}{c_{IF}} \Rightarrow b^*(a_I \cdot c_{IF}) > b^*(c_{IW}) \quad (21)$	$[b^*(a \cdot c_{IF}) - b^*(c_{IW})] \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X > 0 \quad (22)$
$a_I < \frac{c_{IW}}{c_{IF}} \Rightarrow b^*(a_I \cdot c_{IF}) < b^*(c_{IW}) \quad (23)$	$[b^*(a \cdot c_{IF}) - b^*(c_{IW})] \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X < 0 \quad (24)$

Abbildung IV.3-7: Mögliche Fälle bei Täuschungsverhalten des Corporate Investors

Antizipiert der Innovator genauso (vgl. (19)) bzw. weniger stark (vgl. (21)), als der Corporate Investor bezüglich seines Disnutzens täuscht, so erzielt der Corporate Investor einen Nullgewinn bzw. einen Nutzengewinn im Vergleich zur Situation bei Informationssymmetrie. Antizipiert der Innovator hingegen stärker als der Corporate Investor täuscht (vgl. (23)), so erleidet der Corporate Investor einen Nutzenverlust. Das Täuschungsverhalten des Corporate Investors muss demzufolge nicht zwangsläufig zu einem Nutzengewinn für diesen führen.

Bei einer sehr starken Antizipation durch den Innovator kann sogar der Fall eintreten, dass letztlich eine Beteiligungsquote als Verhandlungsergebnis festgehalten wird, welche die Anreiz- bzw. Partizipationsbedingung des Corporate Investors verletzt. Dies tritt genau dann ein, wenn eine der Beziehungen (25) oder (26) gilt:

$$\max\{\underline{b}(a_I \cdot c_{IF}); \underline{b}^+(a_I \cdot c_{IF})\} < b^*(a_I \cdot c_{IF}) < \max\{\underline{b}(c_{IW}); \underline{b}^+(c_{IW})\} \quad (25) \text{ bzw.}$$

$$b^*(a_I \cdot c_{IF}) < \underline{b}(a_I \cdot c_{IF}) < \max\{\underline{b}(c_{IW}); \underline{b}^+(c_{IW})\} \quad (26)^{36}$$

Die „Überantizipation“ eines Täuschungsverhaltens durch den Innovator führt in diesen Fällen dazu, dass der Corporate Investor seinen Anreiz zur Leistung eines hohen Einsatzniveaus verliert oder von einer Investition in das Venture absieht.³⁷

³⁵ Der Corporate Investor I wird einen Disnutzen c_{IF} angeben, der nur marginal unterhalb des Ausdrucks rechts des Ungleichheitszeichens in (18) liegt.

³⁶ (26) kann nur auftreten, falls $\max\{\underline{b}(a_I \cdot c_{IF}); \underline{b}^+(a_I \cdot c_{IF})\} = \underline{b}(a_I \cdot c_{IF})$ gilt (vgl. Abbildung IV.3-5).

Nachdem bisher davon ausgegangen wurde, dass der Corporate Investor eine Antizipation von Seiten des Innovators in seinem Täuschungskalkül nicht berücksichtigt, wird diese Annahme im Folgenden aufgegeben.

Die Annahme A10 wird zur Annahme A10() modifiziert: Der Corporate Investor berücksichtigt ein Antizipationsverhalten von Seiten des Innovators bei der Angabe seines Disnutzens c_I im Verhandlungsprozess. Er unterstellt einen Antizipationsfaktor a_{IE} mit $0 < a_{IE} < 1$ des Innovators und geht davon aus, dass der Innovator nur einen Disnutzen in Höhe von $a_{IE} \cdot c_I$ akzeptiert, wobei $c_I \in \{c_{IW}, c_{IF}\}$ gilt.*

Der Corporate Investor wird nun stets versuchen, seinen Disnutzen so anzugeben, dass die Beteiligungsquote $b^*(a_{IE} \cdot c_{IF})$ nach (14) nur marginal unterhalb der Obergrenze \bar{b} des (offenen) Einigungsintervalls (12) liegt. Er wird demzufolge einen Disnutzen gemäß (27) im Verhandlungsprozess angeben:³⁸

$$c_{IF} < \frac{1}{a_{IE}} \cdot \left[(p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - \frac{c_V \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} - Z \right] \quad (27)^{39}$$

Der Vergleich von (27) mit (18) zeigt, dass der Corporate Investor bei Berücksichtigung des Antizipationsverhaltens des Innovators stets einen höheren Disnutzen angibt als bei Nichtberücksichtigung. Damit erzielt er ceteris paribus eine höhere Beteiligungsquote und einen höheren Nutzen als bei Nichtberücksichtigung des Antizipationsverhaltens des Innovators.

Die Höhe des realisierten Nutzens aus seinem Täuschungsverhalten hängt vom Größenverhältnis zwischen a_I und a_{IE} ab. Dabei lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

³⁷ Gilt (25), wird $b^*(a_I \cdot c_{IF})$ als Beteiligungsquote gewählt. Gilt (26), wird eine Beteiligungsquote $\underline{b}(a_I \cdot c_{IF})$ gemäß (16) gewählt. In beiden Fällen ist je nach dem Ergebnis aus $\max\{\underline{b}(c_{IW}), \underline{b}^+(c_{IW})\}$ entweder die Anreiz- oder die Partizipationsbedingung (bzw. beide) des Corporate Investors verletzt.

³⁸ Es sei darauf hingewiesen, dass es für den Corporate Investor keinen Sinn macht, einen beliebig hohen Disnutzen anzugeben. Antizipiert der Innovator nicht in außergewöhnlich starkem Maße, würde ein solches Täuschungsverhalten des Corporate Investors dazu führen, dass aus Sicht des Innovators der Fall 1 nicht mehr das Gesamtnutzenoptimum darstellt. Da der Corporate Investor dann aus Sicht des Innovators aufgrund seines zu hohen Disnutzens bei keiner Beteiligungsquote den Anreiz zur Erbringung hohen Einsatzniveaus hätte, würde er gegebenenfalls selbst keinen hohen Einsatz mehr leisten, oder von der Gründung des Ventures absehen.

³⁹ Der Corporate Investor I wird einen Disnutzen c_{IF} angeben, der nur marginal unterhalb des Ausdrucks rechts des Ungleichheitszeichens in (27) liegt.

Fall	Beteiligungsquote	Nutzen aus Täuschungsverhalten für den Corporate Investor
$a_I = a_{IE}$	$b^*(c_{IF})^{40}$ mit c_{IF} gemäß (18)	$[b^*(c_{IF}) - b^*(c_{IW})] \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X > 0$ (28)
$a_I > a_{IE}$		
$a_I < a_{IE}$	$b^*\left(\frac{a_I}{a_{IE}} \cdot c_{IF}\right)$ mit c_{IF} gemäß (18)	$\left[b^*\left(\frac{a_I}{a_{IE}} \cdot c_{IF}\right) - b^*(c_{IW})\right] \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot X$ (29)

Abbildung IV.3-8: Mögliche Fälle bei Täuschungsverhalten des Corporate Investors (bei Berücksichtigung des Antizipationsverhaltens des Innovators)

Während der Corporate Investor in den Fällen $a_I = a_{IE}$ und $a_I > a_{IE}$ durch sein Täuschungsverhalten jeweils die maximale Informationsrente abschöpft, kann aus dem Fall $a_I < a_{IE}$ für ihn sowohl ein Nutzengewinn, ein Nutzenverlust als auch ein Nullsummenspiel im Vergleich zur Situation bei Informationssymmetrie resultieren.

Ein Nutzenverlust tritt genau dann auf, wenn (30) gilt:

$$\frac{a_I}{a_{IE}} \cdot c_{IF} < c_{IW} \Leftrightarrow \frac{a_{IE}}{a_I} > \frac{c_{IF}}{c_{IW}} \quad (30)$$

Antizipiert der Innovator in dem Maß stärker als vom Corporate Investor angenommen, dass das Verhältnis der Antizipationsfaktoren das Verhältnis von falschem Disnutzen zu wahren Disnutzen übertrifft, erleidet der Corporate Investor trotz Täuschungsverhalten einen Nutzenverlust. Da jedoch

$$\frac{a_I}{a_{IE}} \cdot c_{IF} > a_I \cdot c_{IF} \quad (31)$$

gilt, wird der Corporate Investor bei Berücksichtigung des Antizipationsverhaltens des Innovators tendenziell deutlich seltener einen Nutzenverlust erleiden als bei Nichtberücksichtigung.

Zusammenfassung der Ergebnisse bei einseitiger Informationsasymmetrie:

- Der Corporate Investor hat bei einer Informationsasymmetrie bezüglich des Disnutzens c_I einen Anreiz, durch die Angabe eines zu hohen Disnutzens eine Informationsrente abzuschöpfen.

⁴⁰ Dies entspricht einem b gemäß (15).

- Je nach Stärke des Antizipationsverhaltens des Innovators erzielt der Corporate Investor aus seinem Täuschungsverhalten einen Nutzengewinn, einen Nutzenverlust oder einen Nullgewinn im Vergleich zur Situation bei Informationssymmetrie.
- Eine "Überantizipation" durch den Innovator kann zur Verfehlung des Gesamtnutzenoptimums führen, wenn der Corporate Investor dadurch seinen Anreiz zur Erbringung eines hohen Einsatzniveaus verliert.
- Berücksichtigt der Corporate Investor eine Antizipation durch den Innovator in seinem Täuschungskalkül, erzielt er ceteris paribus einen höheren Nutzen als bei Nichtberücksichtigung.

Bisher wurde von einer einseitigen Informationsasymmetrie zugunsten des Corporate Investors ausgegangen. Allerdings wird auch der Corporate Investor I nicht immer in der Lage sein, den Disnutzen des Innovators V genau einzuschätzen. Im folgenden Abschnitt werden deshalb die Auswirkungen einer beidseitigen Informationsasymmetrie bezüglich der Disnutzen untersucht.

3.3.2 Beidseitige Informationsasymmetrie bezüglich der Disnutzen c_V und c_I

*Die Annahme A8 wird zur Annahme A8(**) modifiziert: Weder der Innovator V noch der Corporate Investor I kennen den jeweiligen Disnutzen aus hohem Einsatz des anderen Akteurs. Innovator V bzw. Corporate Investor I haben im Verhandlungsprozess die Wahl, entweder ihren wahren Disnutzen c_{VW} bzw. c_{IW} anzugeben, oder einen falschen Disnutzen c_{VF} bzw. c_{IF} . Es gelte weiterhin, dass bei Berücksichtigung der wahren Disnutzen c_{VW} und c_{IW} der Fall 1 das Gesamtnutzenoptimum darstellt und (7) erfüllt ist.*

Da der Innovator gemäß (14) durch die Angabe eines zu hohen Disnutzens eine niedrigere Beteiligungsquote b^* des Corporate Investors erzielen kann, wird er ebenso wie der Corporate Investor den Anreiz haben, einen falschen Disnutzen c_{VF} mit $c_{VF} > c_{VW}$ anzugeben.

Demzufolge werden die Annahmen A9 und A10 wie folgt erweitert:

Die Annahme A9 wird zur Annahme A9() erweitert: Zusätzlich zu A9 akzeptiert auch der Corporate Investor im Verhandlungsprozess aufgrund einer Antizipation des Täuschungsverhaltens des Innovators nur einen Disnutzen in Höhe von $a_V \cdot c_V$, wobei $c_V \in \{c_{VW}, c_{VF}\}$ gilt. Die Höhe des Antizipationsfaktors a_V mit $0 < a_V < 1$ hängt dabei von der Stärke des Misstrauens des Corporate Investors ab.*

*Die Annahme A10 wird zur Annahme A10(**) erweitert: Weder der Corporate Investor noch der Innovator berücksichtigen bei der Angabe ihres Disnutzens das Antizipationsverhalten des jeweils anderen Akteurs.*

Anmerkung: Auf die Darstellung der beidseitigen Berücksichtigung des Antizipationsverhaltens des jeweils anderen Akteurs bei der Angabe des Disnutzens wird an dieser Stelle verzichtet, da dies keine wesentlichen zusätzlichen Erkenntnisse liefert.

Es stellt sich die Frage: *Welche Auswirkungen auf die bisherigen Modellergebnisse hat diese beidseitige Informationsasymmetrie? Kann nach wie vor das Gesamtnutzenoptimum realisiert werden?*

Bei beidseitiger Informationsasymmetrie bezüglich der Disnutzen c_V und c_I tritt das Problem auf, dass keiner der beiden Akteure die aus Gesamtnutzensicht optimale Strategiekombination kennt. Keiner der beiden Akteure weiß, ob (4) bis (6) wirklich erfüllt sind und somit Fall 1 das Gesamtnutzenoptimum darstellt.⁴¹ Durch die Realisierung des Gesamtnutzenoptimums können sich beide Akteure jedoch besser stellen. Es liegt daher zunächst im Interesse beider Akteure, ihren jeweiligen Disnutzen im Verhandlungsprozess zumindest so genau anzugeben, dass für den jeweils anderen Akteur ersichtlich ist, ob (4) bis (6) erfüllt sind.

Wurde die Höhe der Disnutzen zumindest so genau angegeben, dass aus Sicht beider Akteure (4) bis (6) erfüllt sind, versuchen beide Akteure im weiteren Verhandlungsprozess durch die Angabe eines zu hohen Disnutzen c_{VF} bzw. c_{IF} , mit $c_{VF} > c_{VW}$ sowie $c_{IF} > c_{IW}$, eine für sie günstigere Beteiligungsquote b^* zu erreichen. In Abhängigkeit von der Höhe der Täuschung und der Antizipation durch den jeweils anderen Akteur ergibt sich jeweils ein unterschiedlicher Einfluss auf die Größe des Einigungsintervalls (12). Es können drei Extremfälle unterschieden werden.

1. Es gilt $a_I \cdot c_{IF} = c_{IW}$ und $a_V \cdot c_{VF} = c_{VW}$: Das Einigungsintervall (12) bleibt in seiner ursprünglichen Größe bestehen. Täuschungs- und Antizipationsverhalten egalisieren sich, so dass sowohl die Höhe der Unter- als auch der Obergrenze des Einigungsintervalls (12) unverändert bleibt.
2. Es gilt $a_I \cdot c_{IF} < c_{IW}$ und $a_V \cdot c_{VF} < c_{VW}$: Das Einigungsintervall wird größer, als es bei Zugrundelegung der wahren Disnutzen wäre. Da beide Akteure stärker antizipieren als der jeweils andere Akteure bezüglich seines Disnutzens täuscht, ergibt sich eine kleinere Unter- und eine größere Obergrenze für das Einigungsintervall.
3. Es gilt $a_I \cdot c_{IF} > c_{IW}$ und $a_V \cdot c_{VF} > c_{VW}$: Das Einigungsintervall (12) wird kleiner, als es bei Zugrundelegung der wahren Disnutzen wäre. Beide Akteure antizipieren weniger stark, als der jeweils andere Akteur bezüglich seines Disnutzens täuscht, womit sich eine größere Unter- und eine kleinere Obergrenze für das Einigungsintervall ergeben. Diese gegenläufige Verschiebung der Intervallgrenzen kann im Extremfall dazu führen, dass ein bei Zugrundele-

⁴¹ So weiß z. B. der Corporate Investor I nur, dass (4) erfüllt ist. Er weiß allerdings aufgrund seiner Unkenntnis über die Höhe von c_V nicht, ob auch (5) und (6) erfüllt sind.

gung der wahren Disnutzen existierendes Einigungsintervall gemäß (12) verschwindet. Dies ist genau dann der Fall, wenn (32) gilt:

$$\bar{b}(a_V \cdot c_{VF}) < \max\{\underline{b}(a_I \cdot c_{IF}); \underline{b}^+(a_I \cdot c_{IF})\} \quad (32)$$

Es ist dann aus Sicht der beiden Akteure nicht möglich, eine Beteiligungsquote b festzulegen, bei der beide Akteure einen Anreiz zur Erbringung von hohem Einsatz haben. Dies kann zur Verfehlung des Gesamtnutzenoptimums Fall 1 oder sogar zum Scheitern der Verhandlungen führen.

Zusammenfassung der Ergebnisse bei beidseitiger Informationsasymmetrie:

- Im Fall der beidseitigen Informationsasymmetrie besteht für beide Akteure ein Anreiz, ihren jeweiligen Disnutzen zu hoch anzugeben. Je nach Stärke des Täuschungs- bzw. Antizipationsverhalten des jeweiligen Gegenübers ergibt sich ein unterschiedlicher Einfluss auf die Größe des Einigungsintervalls.
- Täuschen beide Akteure deutlich stärker als dies der jeweilige Gegenüber antizipiert, kann daraus die Verfehlung des Gesamtnutzenoptimums oder im Extremfall das Scheitern der Verhandlungen resultieren.

4. Fazit und Ausblick

Ziel dieses Beitrages war es zu untersuchen, welche Anreizbedingungen für hohe Einsatzniveaus bei der Wahl von Beteiligungsquoten in CVC-Kooperationen beachtet werden müssen. Aus dem vorgestellten Modell können unter den getroffenen Annahmen drei zentrale Ergebnisse abgeleitet werden:

- Durch die geeignete Festlegung der Beteiligungsquote können Anreize für ein beidseitig hohes Einsatzniveau von Corporate Investor und Innovator geschaffen werden.
- Mit Hilfe des Modells kann eine Nash-Verhandlungslösung für die optimale Beteiligungsquote bestimmt werden.
- Bei Informationsasymmetrien bzgl. der Disnutzen für hohen Einsatz möglicherweise auftretendes Täuschungsverhalten und entsprechendes Antizipationsverhalten beider Akteure kann dazu führen, dass zumindest ein Akteur keinen Anreiz für die Erbringung hohen Einsatzes hat. In diesem Fall wird die Erreichung des Gesamtnutzenoptimums der CVC-Kooperation oder sogar deren Zustandekommen verhindert.

Aus diesen zentralen Modellergebnissen lassen sich wesentliche Gestaltungs- bzw. Handlungsempfehlungen für CVC-Kooperationen ableiten: So sollten Corporate Investoren zukünftig verstärkt Lead-Investments anstreben, um aufgrund der dann höheren Beteiligungs-

quoten die Anreize für beidseitig hohe Einsatzniveaus zu schaffen und somit den größtmöglichen Nutzen aus der CVC-Kooperation zu erzielen. Dazu müssten die Corporate Investoren bei Lead-Investments bereit sein, höhere Kapitalsummen gerade in frühen Phasen zu investieren. Des Weiteren zeigen die Modellergebnisse, dass bereits im Vorfeld der CVC-Kooperation eine möglichst gute gemeinsame Informationsbasis geschaffen werden sollte. Eine Möglichkeit zum Abbau von Informationsasymmetrien stellen dabei glaubhafte Signalling-Maßnahmen dar. Nur durch die Schaffung einer möglichst transparenten Informationsbasis ist es möglich, Fehlanreize von Corporate Investoren und Innovatoren zu dämpfen, welche sich negativ auf die CVC-Kooperation auswirken könnten.

Über die in diesem Beitrag untersuchten Fragestellungen hinaus, bestehen weitere Forschungsfragen hinsichtlich der folgenden möglichen Erweiterungen des Modells:

- *Erweiterung zu einem mehrperiodigen Modell:* Bei einer mehrperiodigen Betrachtung ist es möglich, eine gestufte Finanzierung des Ventures („Staging“) abzubilden und dabei auftretende Anreizprobleme zu analysieren.
- *Erweiterung zu einem Mehr-Personen-Spiel:* Sind neben einem Corporate Investor weitere Akteure, wie z. B. unabhängige Venture-Capital-Investoren oder Business-Angels, an der Finanzierung des Ventures beteiligt, muss die Beteiligungsquote auch für diese einen Anreiz zur Leistung ihres spezifischen Beitrags liefern.
- *Erweiterung um Signalling-Maßnahmen zur Reduktion von Informationsasymmetrien:* Um die aus Informationsasymmetrien resultierenden Fehlanreize der Akteure zu reduzieren, bietet sich der Einsatz von Signalling-Maßnahmen, wie z. B. die Festlegung von Meilensteinen des Ventures oder auch vertraglich zugesicherte Unterstützungsleistungen durch den Corporate Investor, an. Eine explizite Modellierung von Signalling-Maßnahmen stellt eine weitere relevante, bislang noch nicht untersuchte Forschungsfrage dar.

Schließlich besteht neben diesen möglichen Erweiterungen des Modells weiterer Forschungsbedarf in der empirischen Untersuchung und Überprüfung der Modellergebnisse.

Literatur (Kapitel IV.3)

Achleitner, A.-K./Nathusius, E. (2004): Venture Valuation - Bewertung von Wachstumsunternehmen, Schäffer-Poeschel, Stuttgart.

Anton, J./Yao, D. (1995): Start-ups, Spin-offs, and Internal Projects, in: Journal of Law, Economics and Organisation, Vol. 11, S. 362-378.

Bascha, A./Walz, U. (2001): Convertible securities and optimal exit decisions in venture capital finance, in: Journal of Corporate Finance, 7 (2001), S.285-306.

Bergemann, D./Hege, U. (1998): Venture Capital Financing, Moral Hazard, and Learning, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 22, S. 703-735.

- Bigus, J. (2001): Sicherheitsanreiz des Innovators bei der Phasenfinanzierung von Wagnissen, in: Die Betriebswirtschaft, 62. Jg., S. 396-404.
- Bigus, J. (2003): Fehlanreize für Insider-Investoren bei der Wagnisfinanzierung, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 73. Jg., H.3, S. 267-293.
- Block, Z./MacMillan, I. C. (1995): Corporate Venturing - creating new businesses within the firm. Harvard Business School Press, Boston, USA.
- Cable, D.M./Shane, S. (1997): A Prisoner's Dilemma approach to entrepreneur-venture capitalist relationships, in: Academy of Management Review 1997, Vol. 22, No. 1, 142-176.
- Casamatta, C. (2003): Financing and Advising: Optimal Financial Contracts with Venture Capitalists, in: Journal of Finance, Vol. LVIII, No. 5, S. 2059-2085.
- Cornelli, F./Yosha, O. (2001): Stage Financing and the Role of Convertible Debt, IFA Working Paper 348.
- Elitzur, R./Gavious, A. (2003): Contracting, Signalling, and Moral Hazard: A Model of Entrepreneurs, "Angels", and Venture Capitalists, in: Journal of Business Venturing, Vol. 18, S. 709-725.
- Erlei, M./Jost, P. J. (2001): Theoretische Grundlagen des Transaktionskostenansatzes, in: Jost P.-J. (Hrsg.): Der Transaktionskostenansatz in der Betriebswirtschaftslehre, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2001, S. 35-75.
- Faisst, U. (2002): Performance Measurement in Corporate Venturing, Josef Eul Verlag, Köln/Lohmar, Deutschland.
- Fink, A. (2003): Corporate Venturing-Kooperationen: Praxisbefunde, Anreizprobleme und Gestaltungsmöglichkeiten, Uhlenbroch Verlag, Bad Soden/Ts, Deutschland.
- Gompers, P. (1993): The Theory, Structure, and Performance of Venture Capital, Dissertation, Harvard University, Boston, USA.
- Gompers, P./Lerner, J. (2000): The Determinants of Corporate Venture Capital Success, in: R. K. Morck (Hrsg.): Concentrated Corporate Ownership, Chicago, London, S. 17-50.
- Grossman, S./Hart, O. (1986): The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration, in: Journal of Political Economy, Vol. 94, S. 691-719.
- Harris, M./Raviv, A. (1979): Optimal Incentive Contracts with Imperfect Information, in: Journal of Economic Theory, Vol. 20, S. 231-259.
- Hart, O./Moore, J. (1994): A Theory of Debt Based on the Inalienability of Human Capital, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. 109, S. 841-879.
- Hellmann, T. (1998): The Allocation of Control Rights in Venture Capital Contracts, in: Rand Journal of Economics, Vol. 29, S. 57-76.

Hellmann, T. (2002): A Theory of Strategic Venture Investing, in: Journal of Financial Economics, Vol. 64, 285-314.

Houben, E. (2002): Venture Capital, Double-sided Adverse Selection, and Double-sided Moral Hazard, Working Paper, University of Kiel, 2002.

Kirilenko, A. A. (2001): Valuation and Control in Venture Finance, in: Journal of Finance, April 2001, Vol. 56, no. 2, S. 565-587.

Kürsten, W. (1995): Unternehmenswachstum, Kapitalstruktur und Informationsökonomische Komplikationen, in: Bühner, L./Haase, K.D./Wilhelm, J.: Die Dimensionierung des Unternehmens, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1995, S. 227-258.

Lorenz, M./Seeliger, C. (2000): Corporate Venture Capital, in: FinanzBetrieb, 2. Jg., S. 658-662.

Maula, M./Autio, E./Murray, G. (2003): Prerequisites for the creation of social capital and subsequent knowledge acquisition in Corporate Venture Capital, in: Venture Capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance, Vol. 5, No. 2, S. 117-134.

McNally, K., 1997, Corporate Venture Capital: Bridging the Equity Gap in the Small Business Sector, London/New York, Routledge 1997.

Nash, J. (1950): The Bargaining Problem, in: Econometrica, Vol. 18, S. 155-162.

Nathusius, K. (1979): Venture Management. Ein Instrument zur innovativen Unternehmensentwicklung, Duncker&Humblot, Berlin.

Neher, D. (1999): Staged Financing: An Agency Perspective, in: Review of Economic Studies, Vol. 66, S. 255-274.

Rümmele, A. (2000): Ökonomische Analyse des Corporate-Venture-Capital-Marktes, Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität, München.

Schmidt, K. M. (2003): Convertible Securities and Venture Capital Finance, in: Journal of Finance, Vol.58, Nr. 3, 2003.

Schulz, E. (2000): Die Finanzierung von Existenzgründungen: Eine Informationsökonomische Analyse, Frankfurt am Main.

Schween, C. (1996): Corporate Venture Capital – Risikokapitalfinanzierung deutscher Industrieunternehmen, Gabler Verlag, Wiesbaden 1996.

Trester, J. (1998): Venture Capital Contracting under Asymmetric Information, in: Journal of Banking and Finance, Vol. 22, S. 675-699.

Winton, A./Yerramilli, V. (2003): A Model of Entrepreneurial Finance, Working Paper, University of Minnesota, May 2003.

Witt, P./Brachtendorf, G. (2002): Gründungsfinanzierung durch Großunternehmen, in: Die Betriebswirtschaft, Ausgabe 62, H. 6, S. 681-692.

Anhang

Fallunterscheidung Gesamtnutzenoptimum:

Fall 1 ist das Gesamtnutzenoptimum, wenn gilt:

$$(p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_I > 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 2} > 0) \quad (1.1)$$

$$(p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V > 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 3} > 0) \quad (1.2)$$

$$(2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V - c_I > 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 4} > 0) \quad (1.3)$$

Fall 2 ist das Gesamtnutzenoptimum, wenn gilt:

$$(p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_I < 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 2} < 0) \quad (1.4)$$

$$c_I - c_V > 0 \quad (\text{Fall 2 - Fall 3} > 0) \quad (1.5)$$

$$p_H \cdot (X + T) - c_V > 0 \quad (\text{Fall 2 - Fall 4} > 0) \quad (1.6)$$

Fall 3 ist das Gesamtnutzenoptimum, wenn gilt:

$$(p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V < 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 3} < 0) \quad (1.7)$$

$$c_V - c_I > 0 \quad (\text{Fall 3 - Fall 2} > 0) \quad (1.8)$$

$$p_H \cdot (X + T) - c_I > 0 \quad (\text{Fall 3 - Fall 4} > 0) \quad (1.9)$$

Fall 4 ist das Gesamtnutzenoptimum, wenn gilt:

$$(2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) - c_V - c_I < 0 \quad (\text{Fall 1 - Fall 4} < 0) \quad (1.10)$$

$$p_H \cdot (X + T) - c_V < 0 \quad (\text{Fall 4 - Fall 2} > 0) \quad (1.11)$$

$$p_H \cdot (X + T) - c_I < 0 \quad (\text{Fall 4 - Fall 3} > 0) \quad (1.12)$$

Beweis I:

Zu zeigen ist, dass es im Gesamtnutzenoptimum Fall 2 bzw. Fall 3 über keine Beteiligungsquote b ($0 < b < 1$) möglich ist, dem Corporate Investor I bzw. dem Innovator V einen Anreiz zur Wahl hohen Einsatzniveaus zu geben. Stellt der Fall 2 das Gesamtnutzenoptimum dar, gilt die Bedingung (1.4). Wegen $0 < b < 1$ kann dann die Anreizbedingung (8), welche gelten muss, damit der Fall 1 das individuelle Nutzenoptimum des Corporate Investors I darstellt, nicht erfüllt sein.

Ist wiederum (8) nicht erfüllt, kann auch die Bedingung $p_H \cdot (b \cdot X + T) > c_I$, welche gelten muss, damit der Corporate Investor alleine hohes Einsatzniveau zeigt, nicht erfüllt sein. Folglich zeigt der Corporate Investor I unabhängig vom gewählten b und unabhängig von der

Strategiewahl des Innovators V nie hohes Einsatzniveau, wenn der Fall 2 das Gesamtnutzenoptimum darstellt.

Stellt der Fall 3 das Gesamtnutzenoptimum dar, gilt die Bedingung (1.7). Wegen $0 < b < 1$ kann dann die Bedingung (9), welche gelten muss, damit der Fall 1 das individuelle Nutzenoptimum des Innovators V darstellt, nicht erfüllt sein. Ist (9) nicht erfüllt, kann auch die Bedingung $(1 - b) \cdot p_H \cdot X > c_V$ nicht gelten und der Innovator zeigt somit nie alleine hohes Einsatzniveau. Demzufolge zeigt der Innovator V unabhängig vom gewählten b und unabhängig von der Strategiewahl des Corporate Investors I nie hohes Einsatzniveau, wenn der Fall 3 das Gesamtnutzenoptimum darstellt.

Beweis II:

Zu zeigen ist, dass im Gesamtnutzenoptimum Fall 4 [$\pi_{max} = \pi(s_{V0}, s_{I0})$] unabhängig von der Wahl der Beteiligungsquote b keiner der beiden Akteure hohes Einsatzniveau als Strategie wählt.

Damit der Innovator V hohen Einsatz zeigt, muss unter der Voraussetzung, dass der Corporate Investor I hohen Einsatz zeigt, die Bedingung (2.1) gelten:

$$(1 - b) \cdot (p_H + p_Z) \cdot X - c_V > 0 \quad (2.1)$$

Umgekehrt muss für den Corporate Investor I die Bedingung (2.2) gelten:

$$(p_H + p_Z) \cdot (b \cdot X + T) - c_I > 0 \quad (2.2)$$

Damit (2.1) und (2.2) gleichzeitig erfüllt sein können, muss als eine notwendige Bedingung die Ungleichung (2.3) erfüllt sein:

$$(p_H + p_Z) \cdot (X + T) > c_V + c_I \quad (2.3)$$

Ist aber der Fall 4 das Gesamtnutzenoptimum, ist die Ungleichung (1.10) erfüllt. Aufgrund der Gültigkeit von (1.10) kann (2.3) nicht erfüllt sein. Da (2.3) identisch ist mit der Existenzbedingung $\underline{b} < \bar{b}$ (vgl. (4.1)), existiert im Gesamtnutzenoptimum Fall 4 folglich kein Einigungsintervall (ist (4.1) nicht erfüllt, kann für den Fall $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}^+$ auch die Existenzbedingung (4.2) nicht erfüllt sein). Bei jedem gewählten b wird demzufolge zumindest ein Akteur keinen Anreiz haben, hohes Einsatzniveau zu wählen. Bei symmetrischer Informationsverteilung (vgl. Annahme A8) wird der jeweils andere Akteur dies antizipieren und hat dann ebenfalls keinen Anreiz mehr, hohes Einsatzniveau zu erbringen. Aufgrund (1.11) und (1.12) hat weder der Innovator V noch der Corporate Investor I einen Anreiz, alleine (d.h. wenn der jeweils andere Akteur niedriges Einsatzniveau leistet) hohes Einsatzniveau zu erbringen. Damit das Gesamtnutzenoptimum Fall 4 realisiert wird, müssen demzufolge nur die Partizipationsbedingungen (d.h. positiver individueller Nutzen für beide Akteure) erfüllt sein.

Beweis III:

Zu maximieren ist die folgende Lagrange-Funktion, unter der Voraussetzung, dass das Einigungsintervall mehr als einen Punkt enthält.

$$L(b, \lambda_1, \lambda_2) = [\pi_V(s_{V1}, s_{I1}) \times \pi_I(s_{V1}, s_{I1})] - \lambda_1 \cdot \left[b - 1 + \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \right] - \lambda_2 \cdot \left[\max \left\{ \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right); \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \right\} - b \right] \quad (3.1)$$

Es muss daher entweder (4.1) oder (4.2) gemäß Beweis IV gelten. Für einen (lokalen) Optimalpunkt müssen folgende Kuhn-Tucker Bedingungen erfüllt sein:

$$1. \frac{\partial L}{\partial b} = 0$$

$$\Rightarrow p^2 \cdot X^2 - 2 \cdot p^2 \cdot X^2 \cdot b - p \cdot X \cdot c_V - p^2 \cdot X \cdot T + c_I \cdot p \cdot X + p \cdot X \cdot Z - \lambda_1 + \lambda_2 = 0 \quad (3.2)$$

(Mit $p = p(s_{V1}, s_{I1}) = p_G + 2 \cdot p_H + p_Z$. Diese Beziehung gilt fortlaufend innerhalb des Beweises III)

$$2. \lambda_1 \cdot \left[b - 1 + \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \right] = 0 \quad (3.3)$$

$$3. \lambda_2 \cdot \left[\max \left\{ \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right); \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \right\} - b \right] = 0 \quad (3.4)$$

$$4. b - 1 + \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \leq 0 \quad (3.5)$$

$$5. \max \left\{ \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right); \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \right\} - b \leq 0 \quad (3.6)$$

$$6. \lambda_1, \lambda_2 \geq 0 \quad (3.7)$$

Durch Vergleich aller Lösungen, die sich durch unterschiedliche Kombinationen von bindenden Nebenbedingungen ergeben, erhält man die optimale Lösung.

Fall 1: $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0$. D.h. keine der Bedingungen (3.5) oder (3.6) ist bindend. Es muss gelten:

$$\frac{\partial L}{\partial b} = 0 \Rightarrow p^2 \cdot X^2 - 2 \cdot p^2 \cdot X^2 \cdot b - p \cdot X \cdot c_V - p^2 \cdot X \cdot T + c_I \cdot p \cdot X + p \cdot X \cdot Z = 0 \quad (3.8)$$

$$\Rightarrow b = b^* = \frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cdot X} \cdot \left(\frac{Z + c_I - c_V}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) \quad (3.9)$$

Die Beteiligungsquote b^* stellt somit eine (lokal) optimale Lösung dar, wenn mit Einsetzen von b^* (3.5) und (3.6) erfüllt sind. Dies ist der Fall, wenn gilt:

$$b^* \leq \bar{b} \Leftrightarrow (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) \geq Z + c_I + \frac{c_V \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} \quad (3.10)$$

und für $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$

$$b^* \geq \underline{b} \Leftrightarrow (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) \geq c_V + \frac{c_I \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} - Z \quad (3.11)$$

Die bei $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}^+$ nötige Bedingung $b^* \geq \underline{b}^+$ ist wegen (7) immer erfüllt, es gilt sogar stets $b^* > \underline{b}^+$ (siehe hierzu auch Fall 2.2).

Die Beteiligungsquote b^* stellt die unbeschränkte Lösung dar.⁴²

Fall 2.1: $\lambda_1 = 0, \lambda_2 > 0$ und $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$. D.h. die Bedingung (3.6) ist bindend. Es muss gelten:

$$a.) \frac{\partial L}{\partial b} = 0 \Rightarrow p^2 \cdot X^2 - 2 \cdot p^2 \cdot X^2 \cdot b - p \cdot X \cdot c_V - p^2 \cdot X \cdot T + c_I \cdot p \cdot X + p \cdot X \cdot Z + \lambda_2 = 0 \quad (3.12)$$

$$b.) \lambda_2 \cdot \left[\frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right) - b \right] = 0 \Rightarrow b = \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{c_I}{p_H + p_Z} - T \right) = \underline{b} \quad (3.13)$$

b aus (3.13) in (3.12) einsetzen, um λ_2 zu bestimmen:

$\Rightarrow \lambda_2 > 0$ wenn gilt:

$$(p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) < c_V + \frac{c_I \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} - Z \Leftrightarrow b^* < \underline{b} \quad (3.14)$$

⁴² Bei den Spezialfällen $b^* = \bar{b}$ bzw. $b^* = \underline{b}$ ist der Innovator bzw. der Corporate Investor bei der Wahl von b^* indifferent zwischen der Wahl hohen oder niedrigen Einsatzniveaus. Um die Anreize sicherzustellen, sollte dann ein b marginal unterhalb \bar{b} bzw. marginal oberhalb \underline{b} gewählt werden.

Gilt $b^* < \underline{b}$ und wirkt somit die Bedingung (3.6) bindend, ist (3.13) eine zulässige (lokal) optimale Lösung. Da bei einer Wahl von b nach (3.13) der Corporate Investor indifferent in der Wahl zwischen niedrigem bzw. hohem Einsatzniveau ist, wird ein b gewählt, welches marginal oberhalb \underline{b} liegt.

Fall 2.2: $\lambda_1 = 0, \lambda_2 > 0$ und $\max\{\underline{b}; b^+\} = b^+$. D.h. die Bedingung (3.6) ist bindend. Es muss gelten:

$$a.) \frac{\partial L}{\partial b} = 0$$

$$\Rightarrow p^2 \cdot X^2 - 2 \cdot p^2 \cdot X^2 \cdot b - p \cdot X \cdot c_V - p^2 \cdot X \cdot T + c_I \cdot p \cdot X + p \cdot X \cdot Z + \lambda_2 = 0 \quad (3.15)$$

$$b.) \lambda_2 \cdot \left[\frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) - b \right] = 0 \Rightarrow b = \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{Z + c_I}{p_G + 2 \cdot p_H + p_Z} - T \right) = \underline{b}^+ \quad (3.16)$$

b aus (3.16) in (3.15) einsetzen, um λ_2 zu bestimmen:

$$\Rightarrow \lambda_2 = p \cdot X \cdot (Z + c_I + c_V - p \cdot X - p \cdot T) \Rightarrow \lambda_2 < 0 \quad (3.17)$$

Da wegen (7) die Ungleichung $p \cdot (X + T) > Z + c_I + c_V$ erfüllt ist und des Weiteren $p \cdot X > 0$ gilt, ist gemäß (3.17) $\lambda_2 < 0$. Damit ist die Bedingung (3.7) verletzt und $b = \underline{b}^+$ ist demzufolge keine (lokal) optimale Lösung. Die unbeschränkte Beteiligungsquote b^* liegt folglich niemals unterhalb \underline{b}^+ .

Fall 3: $\lambda_1 > 0, \lambda_2 = 0$. D.h. die Bedingung (3.5) ist bindend. Es muss gelten:

$$a.) \frac{\partial L}{\partial b} = 0$$

$$\Rightarrow p^2 \cdot X^2 - 2 \cdot p^2 \cdot X^2 \cdot b - p \cdot X \cdot c_V - p^2 \cdot X \cdot T + c_I \cdot p \cdot X + p \cdot X \cdot Z - \lambda_1 = 0 \quad (3.18)$$

$$b.) \lambda_1 \cdot \left[b - 1 + \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} \right] = 0 \Rightarrow b = 1 - \frac{c_V}{(p_H + p_Z) \cdot X} = \bar{b} \quad (3.19)$$

b aus (3.19) in (3.18) einsetzen, um λ_1 zu bestimmen:

$\Rightarrow \lambda_1 > 0$, wenn gilt:

$$(p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) < Z + c_I + \frac{c_V \cdot (2 \cdot p_G + 3 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} \Leftrightarrow b^* > \bar{b} \quad (3.20)$$

Gilt $b^* > \bar{b}$ und wirkt somit die Bedingung (3.5) bindend, ist (3.19) eine zulässige (lokal) optimale Lösung. Da bei einer Wahl von b nach (3.19) der Innovator indifferent in der Wahl zwischen niedrigem bzw. hohem Einsatzniveau ist, wird ein b gewählt, welches marginal unterhalb \bar{b} liegt.

Fall 4: $\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0$. D.h. beide Bedingungen (3.5) und (3.6) sind bindend.

Für eine optimale Lösung muss somit gelten:

$$b = \max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \bar{b} \quad (3.21)$$

Zur Sicherstellung der Anreizbedingungen bzw. der Partizipationsbedingung muss jedoch gelten: $b > \max\{\underline{b}; \underline{b}^+\}$ und $b < \bar{b}$. Dies ist bei $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \bar{b}$ nicht möglich. (3.21) stellt somit keine zulässige (lokal) optimale Lösung dar, da in diesem Fall kein Einigungsintervall gemäß (12) existiert.

Beweis IV:

Damit ein Einigungsintervall gemäß (12) existiert, muss eine der folgenden Existenzbedingungen (4.1) bzw. (4.2) erfüllt sein:

- Im Fall $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$ muss gelten:

$$\langle \underline{b} \geq \underline{b}^+ \rangle \cap \langle \underline{b} < \bar{b} \rangle \Leftrightarrow \langle c_I \cdot (p_G + p_H) \geq (p_H + p_Z) \cdot Z \rangle \cap \langle c_I + c_V < (p_H + p_Z) \cdot (X + T) \rangle \quad (4.1)$$

Des Weiteren ist festzuhalten, dass man durch Auflösen der Anreizbedingungen (8) nach c_I bzw. (9) nach c_V und anschließende Addition der daraus resultierenden Ungleichungen ebenfalls die Bedingung $c_I + c_V < (p_H + p_Z) \cdot (X + T)$ erhält. Existiert folglich eine Beteiligungsquote b , welche die beiden Anreizbedingungen (8) und (9) erfüllt, so ist hiermit im Fall $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}$ auch die Existenz eines Einigungsintervalls gemäß (12) sichergestellt.

- Im Fall $\max\{\underline{b}; \underline{b}^+\} = \underline{b}^+$ muss gelten:

$$\langle \underline{b}^+ \geq \underline{b} \rangle \cap \langle \underline{b}^+ < \bar{b} \rangle \Leftrightarrow \langle c_I \cdot (p_G + p_H) \leq (p_H + p_Z) \cdot Z \rangle \cap \left\langle (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z) \cdot (X + T) > Z + c_I + \frac{c_V \cdot (p_G + 2 \cdot p_H + p_Z)}{p_H + p_Z} \right\rangle \quad (4.2)$$

V. Fazit und Ausblick

Zum Abschluss dieser Dissertationsschrift werden die Ergebnisse der vorgestellten Beiträge in einem Fazit zusammengefasst sowie weitergehende Forschungsfragen in einem Ausblick aufgezeigt.

V.1. Fazit

Die vorgestellten Beiträge stellen - vor dem Hintergrund der Vision eines Integrated Enterprise Balancing - grundlegende und erste vertiefende Schritte zur Operationalisierung dieser Vision dar (vgl. Kapitel I und II). So wird ein integriertes Ertrags- und Risikomanagement sowohl durch die Schaffung einer unternehmensweit konsistenten Datengrundlage, als auch durch weitere zur Steuerung und Überwachung relevante spezifische Betrachtungsweisen, wie z. B. spezifische Risikoarten, hier operationelle Risiken, oder wie z. B. spezifische Unternehmensfunktionen, hier Forschung & Entwicklung und dabei Corporate Venture Capital-Kooperationen, unterstützt:

- So wird in Kapitel II für die Bereiche Risk, Return, Regulations, Reporting (4R) ein 4R-Kennzahlensystem als ein erster grundlegender Lösungsansatz zur Schaffung einer unternehmensweit konsistenten Datengrundlage vorgestellt. Mit Hilfe des 4R-Kennzahlensystems können Ertrags- und Risikogrößen sowie Wertbeiträge über beliebig viele Aggregationsstufen in beliebigen Dimensionen wertadditiv aggregiert werden. Die so geschaffene Datengrundlage kann als Basis zum Aufbau integrierter Ertrags- und Risikodatenbanken dienen, sofern die entsprechenden Größen und Parameter unternehmensweit bekannt sind und die zu stellenden Konsistenzanforderungen erfüllen. Derartige integrierte Ertrags- und Risikodatenbanken können durch Unternehmungen zur Unterstützung mehrerer betriebswirtschaftlicher Zwecke zugleich verwendet werden.
- Im Rahmen eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements ist die Betrachtung spezifischer Risikoarten relevant, um deren Steuerung und Überwachung zu ermöglichen. Aufgrund der wachsenden Bedeutung operationeller Risiken wird im Rahmen der Beiträge in Kapitel III der Fokus auf operationelle Risiken gelegt und speziell die Quantifizierung und Steuerung in den Mittelpunkt gestellt. Ein Vergleich der Quantifizierungsmethoden wird durchgeführt, mit dessen Hilfe Wissenschaftler und Praktiker Methoden für unterschiedliche Einsatzbereiche auswählen können. Darüber hinaus werden finanzwirtschaftliche Modelle zur Steuerung operationeller Risiken vorgestellt, die von Unternehmungen zur Entscheidungsunterstützung über die Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen und Risikotransfers (z. B. Versicherungen) eingesetzt werden können. Eine derartige Steuerung unterstützt die Wertsteigerung der Unternehmung und somit die Zielsetzung eines integrierten Ertrags- und Risikomanagements.
- Schließlich betrachtet Kapitel IV ausgewählte - für ein unternehmensübergreifendes Ertrags- und Risikomanagement in der Unternehmensfunktion Forschung & Entwicklung relevante - Fragestellungen am Beispiel Corporate Venture Capital. CVC Investoren verfol-

gen zugleich finanzielle und strategische Ziele. Zur Performance-Messung eignet sich eine für die Anforderungen von CVC angepasste Balanced Scorecard. Für die Auswahl der Management-Dimensionen und Kennzahlen werden Gestaltungsempfehlungen gegeben. Am Fallbeispiel Siemens Venture Capital wird der Einsatz der Siemens Venture Capital Scorecard über insgesamt sechs Jahre illustriert. Der Erfolg von CVC-Investitionen hängt neben einer geeigneten Performance-Messung häufig vom hohen Einsatzniveau der beteiligten Akteure ab. Daher wird ein formales Modell entwickelt, mit dessen Hilfe CVC Investoren und Innovatoren die Anreizbedingungen für ein hohes Einsatzniveau analysieren können und bei der Wahl einer geeigneten Beteiligungsquote unterstützt werden. Ein integriertes Ertrags- und Risikomanagement kann so auch bei unternehmensübergreifenden Betrachtungen im Bereich Forschung & Entwicklung einen Beitrag zur Wertsteigerung der Unternehmung leisten.

Abschließend lässt sich festhalten, dass zur Operationalisierung der Vision eines Integrated Enterprise Balancing noch vielfältige, weitere Problemstellungen zu lösen sind. Die vorliegende Dissertationsschrift kann dazu nur einzelne, ausgewählte Teilbereiche vertiefend betrachten.

V.2. Ausblick

Die vorgestellte Vision eines Integrated Enterprise Balancing wirft zahlreiche, weitere Problemstellungen auf, von denen abschließend drei ausgewählte Bereiche aufgezeigt werden sollen:

- *Entwicklung einer 4R-Informationsarchitektur¹ zum Aufbau integrierter Planungs- und Kontrollsysteme zum Ertrags- und Risikomanagement (Abbildung V-1 und Kapitel II):* Vor dem Hintergrund der Vision von Integrated Enterprise Balancing mangelt es insbesondere an einem durchgängigen Konzept zum integrierten, IT-unterstützten Ertrags- und Risikomanagement. Dazu ist eine durchgängige Modellierung zu verfolgen: Bei der Definition der finanzwirtschaftlichen Anforderungen und Lösungsansätze sind zugleich Limitationen der vorhandenen Methoden und Technologien zur Gestaltung von Organisationen und Prozessen sowie von Informations- und Kommunikationssystemen zu berücksichtigen. Auf diese Weise sollte eine 4R-Informationsarchitektur geschaffen werden, welche als eine Art ‚Generalbebauungsplan‘ den Aufbau von integrierten Planungs- und Kontrollsystemen zum Ertrags- und Risikomanagement im Sinne des 4R-Ansatzes ermöglicht. Betrachtet man zudem die einzelnen Ebenen einer solchen Informationsarchitektur (vgl. Abbildung II-4), wie Fachlichkeit, Gestaltung von Organisationen und Prozessen sowie Gestaltung von Informations- und Kommunikationssystemen, so stellen sich in

¹ Vgl. zum Begriff Informationsarchitektur u. a. [Mert04], [Sylt04], [Teub99].

jeder einzelnen Ebene der 4R-Informationsarchitektur zahlreiche, weitere Forschungsfragen.

- Auf fachlicher Ebene besteht Forschungsbedarf insbesondere in der (Weiter-) Entwicklung von Steuerungsmethoden unter Berücksichtigung von Nebenbedingungen zur Sicherstellung der ökonomischen Risikotragfähigkeit der Unternehmung, der Einhaltung regulatorischer Auflagen und der Erwartungen der Shareholder und Analysten.
- Auf der Ebene der Organisations- und Prozessgestaltung ist insbesondere zu analysieren, welche Anforderungen die Abbildung einer fachlichen 4R-Informationsarchitektur an Referenzmodellierungsmethoden stellt und ob diese mit den vorhandenen Methoden abgebildet werden können bzw. welche Limitationen bestehen.
- Auf der Ebene der Informations- und Kommunikationssysteme sind insbesondere die spezifischen Anforderungen an relationale Datenbanken zu untersuchen sowie zu evaluieren, welchen Beitrag bspw. Gridtechnologien bei derartigen komplexen, aber in Teilprobleme zerlegbaren Problemstellungen leisten können (Vgl. [BFHH05]).

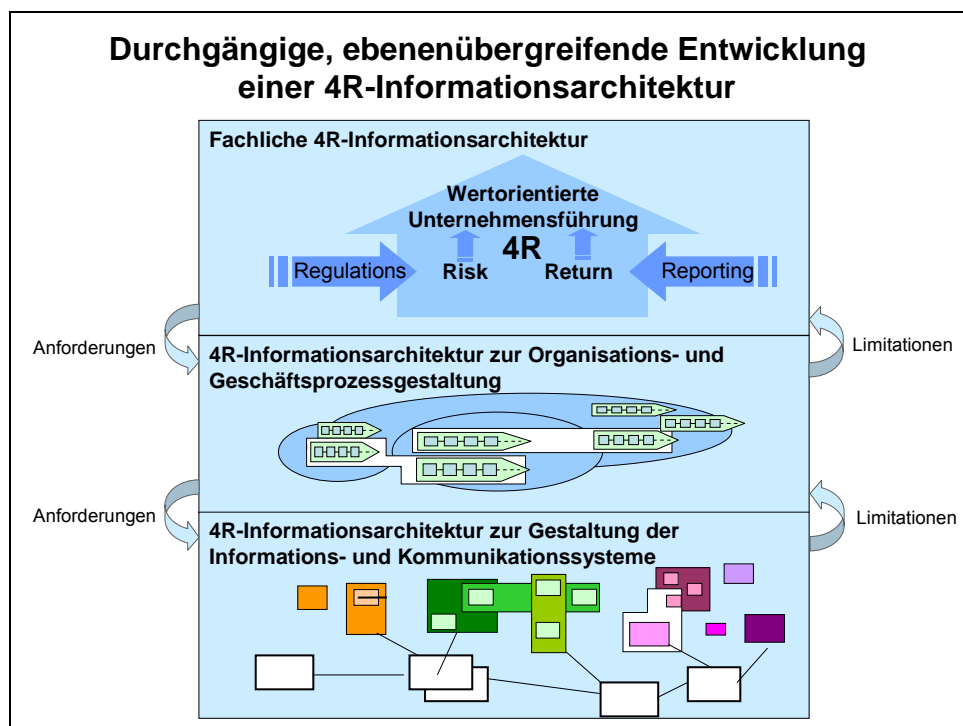


Abbildung V-1: Ebenen der 4R-Informationsarchitektur (vgl. Abbildung II-7)

- *Erweiterung der Vision zu einem unternehmensübergreifenden Integrated Enterprise Balancing in Wertschöpfungsnetzwerken (Abbildung V-2):* Durch die zunehmende Vernetzung von unternehmensinternen und -externen Wertschöpfungsprozessen erlangt eine unternehmensübergreifende Sichtweise eines integrierten, IT-unterstützten Ertrags-/Risikomanagements eine wachsende Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmungen. Insbesondere ist zu analysieren, wie Unternehmungen die Implikationen der Ertrags-/Risikopositionen ihrer Wertschöpfungspartner (Kunden, Lieferanten, Kooperationspartner) bei der Steuerung ihrer eigenen Ertrags-/Risikoposition berücksichtigen können. Zusätzlich ist zu untersuchen, wie im Rahmen von Kapital- und Risikoverbünden weitere Win-Win-Potenziale eines unternehmensübergreifenden Integrated Enterprise Balancing erschlossen werden können. Darüber hinaus ist zu evaluieren, ob und wie eine durchgängige Modellierung der Güter-/Dienstleistungs-, Finanz- und Informationsprozesse unternehmensintern und -übergreifend erfolgen kann.

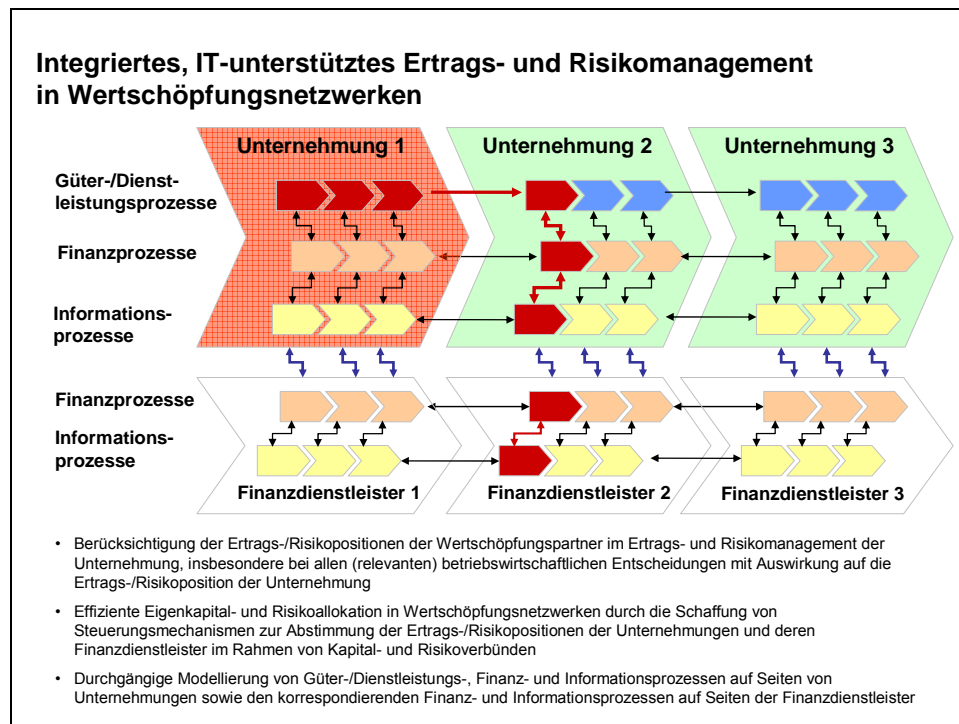


Abbildung V-2: Erweiterte Vision zu einem unternehmensübergreifenden Integrated Enterprise Balancing in Wertschöpfungsnetzwerken

- *Entwicklung von Bewertungsmethoden zur Entscheidungsunterstützung in einem schrittweisen Transformationsprozess (Abbildung V-3):* Soll eine solche 4R-Informationsarchitektur zum Aufbau integrierter Planungs- und Kontrollsysteme umgesetzt werden, so stellen sich ausgehend vom skizzierten heutigen Stand in der Praxis, welcher insbesondere durch zweckspezifische Silosysteme gekennzeichnet ist, im Sinne einer Informationsbetriebswirtschaftslehre weitere theoretische Forschungsfragen. So sind Bewertungsmethoden für eine schrittweise Umsetzung der skizzierten Vision im Rahmen eines Transformationsprozesses vom heutigen Ist-Zustand in einen betriebswirtschaftlich optimalen Soll-Zustand zu entwickeln. Sollen derartige Bewertungsmethoden anwendbar sein, so müssen diese sowohl die Ausgangssituation der bisherigen Methoden und Systeme als auch die notwendige Einhaltung kurzfristiger regulatorischer Nebenbedingungen und Reportingverpflichtungen berücksichtigen.

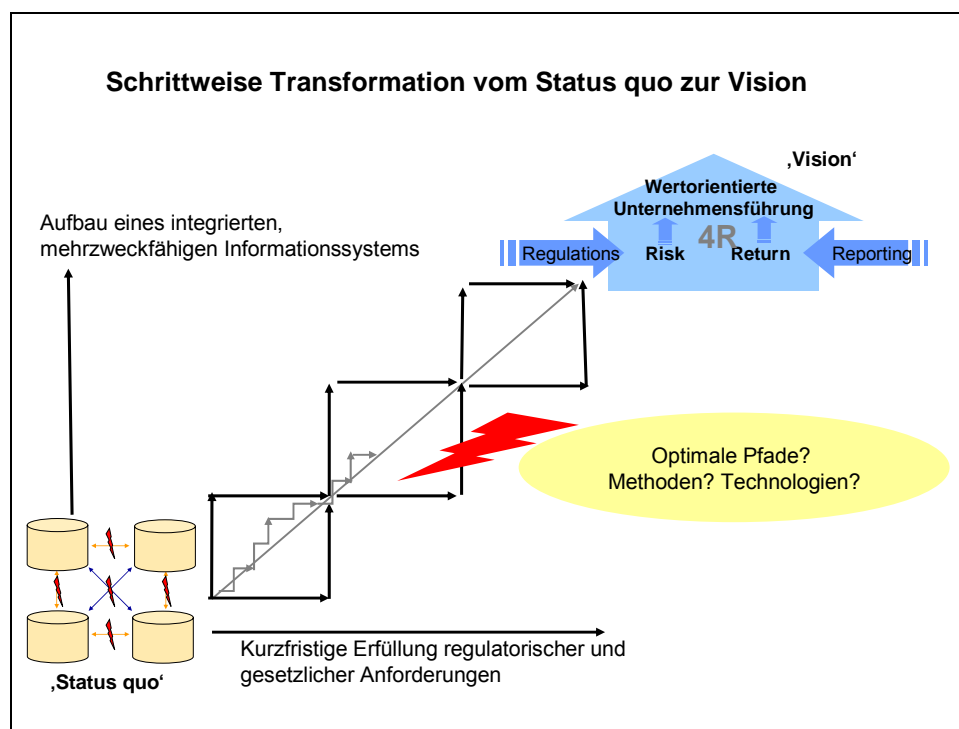


Abbildung V-3: Industrialisierung der Ertrags- und Risikomanagementsysteme

Die vorgestellte Vision eines Integrated Enterprise Balancing und ihre durchgängige Operationalisierung stellt eine bislang noch nicht untersuchte, jedoch gerade für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in Deutschland sehr relevante Forschungslücke dar und ist zugleich eine Herausforderung für die Wirtschaftsinformatik als interdisziplinäre Wissenschaft.

Literaturverzeichnis (Kapitel V)

[BFHH05] Buhl, H. U./Fridgen, G./Hackenbroch, W./Henneberger, M.: An Economic Model for the Allocation of Grid Resources to Risk/Return Management, Discussion Paper WI-153, Lehrstuhl WI-IF, Universität Augsburg, überarbeitete Fassung Juli 2005, zur Begutachtung eingereicht bei Management Science, abrufbar unter <http://www.wi-if.de/Publikationen/>.

[Mert04] Mertens, Peter: Integrierte Informationsverarbeitung 1, Operative Systeme in der Industrie, 14. Auflage, Gabler-Verlag, Wiesbaden 2004.

[Sylt04] '9. Sylter Runde: Barth, G./Buschmann, D./Dietz, U./Heindl, E./Höring, K./Kirn, S./Pfister, C./Reussner, R./Saxe, S./Schmitz, F.P./Siedersleben, J./Szyperski, N./Wiebcke, M.: Memorandum zur Sylter Runde „Der Software-Architekt – eine neue Form der Arbeitsteilung in der IT-Welt?“, am 23. und 24. September im Hotel Vier Jahreszeiten, Westerland/Sylt, 2004, abgerufen am 02.08.2005 unter <http://www.sylter-runde.de>.

[Teub99] Teubner, A.: Organisations- und Informationssystemgestaltung, Gabler-Verlag, Wiesbaden, 1999.